



# PLAN

<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	<b>6</b>
Liste des figures : .....	7
Liste des tableaux.....	10
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>12</b>
<b>MATERIELS ET METHODES</b> .....	<b>14</b>
I. Matériel .....	15
II. Méthodes d'étude.....	15
<b>RESULTATS</b> .....	<b>22</b>
I. Données épidémiologiques .....	23
1. Fréquence des fractures du pilon tibial .....	23
2. Âge .....	23
3. Sexe .....	24
4. Terrain .....	24
5. Côté atteint .....	26
II. Étiologie–Mécanismes .....	26
1. Circonstances etiologiques .....	26
2. Mécanisme causal .....	27
III. Étude clinique .....	27
1. Signes fonctionnels .....	27
1.1. La douleur .....	28
1.2. Impotence fonctionnelle .....	28
2. Examen clinique .....	28
2.1. Local .....	28
2.2. Examen locorégional .....	32
2.3. examen général .....	34
3. Étude para-clinique .....	34
3.1. La radiographie standard.....	34
3.2. L a TDM .....	35
3.3. Résultats anatomo–pathologiques .....	36
3.4. Autres lésions radiologiques .....	39
IV. Traitement Chirurgical .....	40
1. Buts du traitement .....	40
2. Moyens .....	40

2.1. Traitement médical .....	40
2.2. Traitement chirurgical .....	41
V. Évolution .....	49
1. Les suites opératoires .....	49
1.1. Surveillance de la plaie et des tissus mous .....	49
1.2. Surveillance radiologique.....	49
2. La rééducation fonctionnelle .....	50
3. Reprise d'appui.....	50
4. Délai de consolidation .....	50
5. Complications postopératoires .....	51
5.1. Les complications précoces .....	51
5.2. Les complications tardives .....	55
<b>ANALYSE DES RESULTATS THERAPEUTIQUES.....</b>	<b>56</b>
I. Recul .....	57
II. Critères d'évaluation des résultats .....	57
1. Cliniques .....	57
2. Radiologiques .....	58
III. Résultats fonctionnels et globaux .....	58
1. Résultats fonctionnels .....	58
2. Résultats globaux .....	58
2.1. Résultats fonctionnels en fonction des modalités thérapeutiques .....	59
IV. Résultats radiologiques .....	60
1. Résultats radiologiques globaux .....	60
2. Résultats selon la classification de la SOFCOT.....	61
3. Répartition des résultats radiologiques en fonction du type de traitement et des fractures .....	62
3.1. Fixation interne .....	62
3.2. Fixation externe .....	62
3.3. Traitement combiné .....	62
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>64</b>
I. Rappel anatomique.....	65
II. Définition–Histoire chirurgicale du Pilon Tibial .....	68
III. Données épidémiologiques .....	70

1. Fréquence .....	70
2. Age .....	70
3. Sexe .....	71
4. Terrain .....	71
5. Côté atteint .....	72
6. Mécanismes et Circonstances étiologiques .....	72
IV. Données cliniques .....	74
1. Lésions cutanées .....	74
1.1. Ouverture cutanée selon Cauchoix et Duparc modifiée .....	74
1.2. Lésions des parties molles selon Tscherne et Gotzen .....	75
V. Données radiologiques .....	77
2. Autres examens radiologiques .....	78
2.1. Tomodensitométrie (TDM) .....	78
2.2. Tomographie .....	78
2.3. IRM .....	79
VI. Données anatomo-pathologiques .....	80
1. Classifications .....	80
2. Lésions associées .....	85
2.1. Lésions osseuses.....	85
2.2. Atteinte d'autres systèmes .....	86
VII. Traitement chirurgical .....	87
1. Délai opératoire .....	88
2. Voies d'abord : .....	89
2.1. Voie antéro-médiale .....	92
2.2. Voie latérale.....	94
2.3. Voie antéro-latérale .....	95
2.4. Voie postéro-latérale .....	97
2.5. Voie postéro-médiale.....	98
3. Modalités thérapeutiques .....	99
3.1. Fixation interne .....	99
3.2. Fixation externe .....	108
3.3. Place de la chirurgie mini-invasive .....	116
3.4. Arthrodèse .....	119

3.5. Amputation .....	122
4. Traitement combiné .....	122
5. CAT devant une perte de substance .....	126
5.1. Délai de couverture cutanée .....	127
5.2. Choix de lambeaux .....	127
5.3. Autres moyens de couverture .....	128
6. Place de l'arthroplastie .....	128
7. Place de l'arthroscopie .....	130
8. Compléments thérapeutiques .....	132
9. Indications thérapeutiques .....	133
VIII. Rééducation .....	135
IX. Reprise d'appui et délai de consolidation .....	137
1. Reprise d'appui .....	137
2. Délai de consolidation .....	137
X. Évolutions et Complications .....	138
1. Évolution Favorable .....	138
2. Complications.....	138
2.1. En rapport avec la fracture .....	138
2.2. En rapport avec le traitement choisi.....	148
XI. Résultats à long terme .....	151
1. Résultats fonctionnels globaux .....	151
2. Résultats radiologiques globaux .....	152
XII. Analyse des résultats .....	153
1. Selon le type anatomo-pathologique des fractures .....	153
2. Selon le type de traitement .....	154
XIII. Prévention .....	156
1. Prévention de la survenue .....	156
2. Prévention des complications .....	157
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>158</b>
<b>RESUMES.....</b>	<b>161</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>168</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>175</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>AINS</b>	: Anti-inflammatoires non stéroïdiens.
<b>AO</b>	: Association d'ostéosynthèse
<b>AT</b>	: Accident de travail.
<b>AVP</b>	: Accident de la voie publique.
<b>D</b>	: Droit .
<b>G</b>	: Gauche.
<b>F</b>	: Féminin
<b>M</b>	: Masculin
<b>Fr</b>	: Fracture.
<b>HTA</b>	: Hypertension artérielle
<b>Sd</b>	: Syndrome
<b>MIO</b>	: minimally invasive osteosynthesis
<b>R/A</b>	: Ruedi et Allgower
<b>Rx</b>	: Radiologique
<b>TDM</b>	: Tomodensitométrie.

## Liste des figures :

**Figure 1 :** Répartition des patients selon l'âge

**Figure 2 :** Répartition des fractures selon le sexe.

**Figure 3 :** Répartition des patients selon le côté atteint.

**Figure 4 :** Répartition des fractures selon l'étiologie

**Figure 5 :** aspect clinique d'une fracture du pilon tibial avec oedème de la cheville

**Figure 6 :** Aspect clinique d'une fracture du pilon tibial avec déformation en varus

**Figure 7 :** Aspect clinique d'une fracture du pilon tibial avec déformation en valgus

**Figure 8 :** Fracture ouverte du pilon tibial stade II de cauchoix et duparc

**Figure 9 :** Répartition des cas selon la classification de Tscherne et Gotzen

**Figure 10 :** Rx de la cheville objectivant une Fr métaphysaire totale du pilon tibial

**Figure 11 :** Fracture luxation de la cheville avec fragment marginal postérieur

**Figure 12 :** Rx de la cheville objectivant une fr métaphysaire partielle du pilon tibial

**Figure 13 :** TDM d'une fracture métaphysaire extra-articulaire du pilon tibial

**Figure 14 :** Fr incomplète du Tibia associée à une fracture de la malléole interne

**Figure 15 :** Fr complète du tibia avec translation médiale + Fracture de la malléole externe

**Figure 16 :** Répartition des fractures du pilon tibial selon La SOFCOT.

**Figure 17 :** Répartition selon les types d'anesthésie

**Figure 18 :** Rx cheville d'une Fr du pilon tibial traitée par plaque en T

**Figure 19 :** Plaque en T pour pilon tibial

**Figure 20 :** Plaque spéciale fibula

**Figure 21 :** fr ouverte du pilon tibial traitée par fixateur externe type Hoffman

**Figure 22 :** TTT d'une Fr ouverte complète du pilon tibial

**Figure 23 :** Aspect clinique d'une fr ayant évolué vers une pseudarthrose septique

- Figure 24** : Aspect clinique d'une fr ayant évolué vers la nécrose cutanée
- Figure 25** : Aspect clinique d'une fr avec perte de substance
- Figure 26**: Couverture par un lambeau neurocutané sural à pédicule distal
- Figure 27** : Résultats Globaux selon les critères d'évaluation utilisée.
- Figure 28** : Résultats fonctionnels en fonction des modalités du ttt chirurgical
- Figure 29**: La qualité de réduction radiologique chez nos patients.
- Figure 30**: Répartition des résultats Rx en fonction du type de traitement
- Figure 31**: Coupe frontale de l'articulation talo-crutale
- Figure 32** : Vue postérieure montrant la capsule et les ligaments du pilon tibial.
- Figure 33** : Vue médiale montrant la capsule et les ligaments du pilon tibial.
- Figure 34**: Mortier et pilon
- Figure 35**: Comparaison de l'âge moyen de nos patients / données de la littérature
- Figure 36** : Aspect clinique d'une fr du pilon tibial avec signes de souffrance cutanée
- Figure 37** : la classification AO du pilon tibial
- Figure 78** : classification de la SOFCOT
- Figure 39**: Vascularisation cutanée :
- Figure 40** : les Voies d'abord idéales
- Figure 41**: Approche antéro-médiale:
- Figure 42** : Aspect d'une plaie post-opératoire d'une fracture du pilon tibial
- Figure 43**: Approche latérale :
- Figure 44** : Approche antéro-latérale
- Figure 45** : Schéma illustrant la distance qui doit séparer les deux incisions du pilon tibial
- Figure 46** : Approche postéro-
- Figure 47** : Approche postéro-médiale.
- Figure 48** : Les quatres temps de l'ostéosynthèse interne

**Figure 49** : Rx objectivant le ttt d'une fr du pilon et du péroné

**Figure 50** : Les différentes variantes de l'atteinte du péroné et les traitements pouvant être utilisés.

**Figure 51** : Schéma de réduction indirecte d'une fracture comminutive de la diaphyse du péroné

**Figure 52** : Plaque métaphysaire tibial distal LCP

**Figure 53** : plaque en L pour pilon tibial

**Figure 54** : Les quatre étapes traditionnelles de reconstruction

**Figure 55** : les différentes composantes du fixateur externe d'Hoffman

**Figure 56** : L'Orhtofix hybride

**Figure 57** : Traction trans-calcanéenne sur table opératoire

**Figure 58** : Types de fixateurs externes.

**Figure 59** : Fixateur externe articulaire dynamique

**Figure 60** : ttt d'une fr ouverte du pilon tibial

**Figure 61** : Rx de la cheville montrant une arthrodèse tardive

**Figure 62** : Traitement combiné d'une fracture du pilon tibial

**Figure 63** : Fixation externe d'une du pilon tibial

**Figure 64** : Rx de la cheville montrant le ttt d'une fr du PT et du péroné

**Figure 65** : Aspect postopératoire d'une fracture ouverte du pilon tibial

**Figure 66** : Matériel d'arthroscopie de cheville :

**Figure 67** : Aspect arthroscopique des différents compartiments de la cheville

**Figure 68** : Exemple de phlyctènes hémorragiques pouvant être responsables de nécrose

**Figure 69** : TTT d'une fr du pilon tibial ayant évolué vers une pseudarthrose septique

**Figure 70** : Classification de Ruedi et Heim

**Figure 71** : Organigramme thérapeutique décisionnel

## Liste des tableaux

**Tableau I :** Répartition des tares associées

**Tableau II:** Répartition des fractures selon le type d'ouverture cutanée

**Tableau III:** Répartition des lésions osseuses associées

**Tableau IV:** Répartition des fractures incomplètes

**Tableau V:** Répartition des fractures complètes

**Tableau VI :** La répartition des voies d'abord utilisées

**Tableau VII:** Répartition des modalités thérapeutiques

**Tableau VIII :** Critères d'évaluation cliniques définis par Biga SOFCOT

**Tableau IX:** Un tableau montrant les critères de qualité de réduction.

**Tableau X :** Résultats obtenus selon la SOFCOT concernant les fr incomplètes

**Tableau XI:** Résultats obtenus selon la SOFCOT concernant les fr complètes

**Tableau XII :** Répartition des fractures selon les circonstances étiologiques

**Tableau XIII:** Répartition des fractures selon l'ouverture cutanée

**Tableau XIV :** Répartition des fractures selon la contusion cutanée

**Tableau XV:** Répartition selon l'atteinte associée de la fibula

**Tableau XVI:** Délai opératoire selon les auteurs

**Tableau XVII:** Taux d'infections selon les séries

**Tableau XVIII:** Taux de nécrose cutanée selon les séries

**Tableau XIX :** Taux de pseudarthrose selon les séries

**Tableau XX:** Taux d'arthrose dans les séries

**Tableau XXI:** Taux d'infection fonction du traitement utilisé

**Tableau XXII :** Résultats globaux fonctionnels

**Tableau XXIII:** Résultats globaux radiologiques

**Tableau XXIV:** Comparaison entre résultats cliniques et résultats Rx

**Tableau XXV:** Les bons résultats fonctionnels selon le type de fracture

**Tableau XXVI:** Les bons résultats radiologiques selon le type de fracture

**Tableau XXVII:** Les bons résultats fonctionnels en fonction du type de TTT

**Tableau XXVIII :** Les résultats Rx satisfaisants en fonction du type de TTT

# INTRODUCTION

L'étude des fractures du pilon tibial qu'elles soient articulaires ou extra-articulaires, mérite un intérêt particulier car elles peuvent compromettre la fonction de la cheville.

Les fractures du pilon tibial sont des fractures articulaires métaphyso épiphysaires de la portion renflée de l'extrémité inférieure du tibia, atteignant la surface portante du plafond de la mortaise tibio-péronière avec un fort potentiel d'instabilité sagittale.

Ces fractures sont individualisées par leur grande incidence chez le sujet jeune. Leur gravité est surtout liée à la sévérité du traumatisme, la forte comminution articulaire et aux lésions cutanées qui peuvent assombrir le pronostic fonctionnel de la cheville.

Ce sont des fractures rares, elles représentent 3 à 10% de l'ensemble des fractures du tibia [1] et elles sont graves vu leurs complexités leurs difficultés thérapeutiques et l'absence de couverture musculaire avec une vascularisation pauvre rendant le pronostic sévère dominé par le risque de nécrose cutanée, d'infection, de cal vicieux, de pseudarthrose voir de l'arthrose [2].

Afin d'éviter l'évolution arthrosique souvent mal tolérée avec un retentissement professionnel important, la seule possibilité thérapeutique nécessite un abord chirurgical reconstituant une surface articulaire congruente, seule garante de la meilleure restitution fonctionnelle.

Le but de notre travail est de proposer une analyse de la prise en charge chirurgicale de ces fractures dans notre contexte, ainsi que les facteurs influençant leur pronostic, à la lumière des données de la littérature et des évolutions des concepts et des moyens thérapeutiques, et ce à travers une étude de 30 cas, colligés en 3 ans de janvier 2013 à décembre 2015 au service de traumatologie orthopédie B4 du centre hospitalier universitaire CHU Hassan 2 de Fès

# MATERIELS ET METHODES

## **I. Matériel :**

Nous rapportons dans cette étude rétrospective 30 cas de fractures du pilon tibial (FPT) prises en charge au service de chirurgie orthopédique et traumatologique B4 , au CHU Hassan 2 de Fès, sur une période de 03ans, du 1er janvier 2013 au 31 Décembre 2015, avec un recul moyen de 2 ans

## **II. Méthodes d'étude**

Pour réaliser ce travail, nous avons procédé à l'élaboration d'une fiche d'exploitation regroupant les paramètres épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et évolutifs, ainsi qu'à la convocation des malades pour évaluer les résultats à long terme.

Critères d'inclusion :

- Age : supérieur ou égal à 16 ans,
- Fractures du pilon tibial traitées chirurgicalement,
- Dossier complet.

Critères d'exclusion :

- Age inférieur à 16 ans,
- Fractures bi-malléolaires isolées,
- Traitement orthopédique,
- Dossier incomplet, inexploitable.

## Fiche d'exploitation :

Thèse « Traitement chirurgical des fractures du pilon tibial chez l'adulte »

– N° d'entrée : ..... N° d'ordre : .....

**Identité :**

– Nom et Prénom : .....

Age : .....ans

Sexe : Féminin •• Masculin ••

Profession : .....

Adresse : ..... N° téléphone : .....

Antécédents.....

.....

**Durée d'hospitalisation :** .....

**Côté atteint :** Droit •• Gauche •• Bilatéral ••

**Etiologies :** Accident de la voie publique •• Chutes •• Agression •• Accident du travail •• Sport ••

**Mécanisme :** Compression •• Torsion •• Mixte ••

**Clinique:**.....

.....

**Lésions associées :**

- Lésions périfracturaires :
- Lésions cutanées : ouverture Stades et contusion Stade : 0 •• 1 •• 2 •• 3 •
- Lésions vasculaires / nerveuses.....
- Autres lésions :
  - Fracture de la fibula
  - Fracture calcanéenne
  - Fracture du Talus
  - Luxation talo-crutale

– Fracture de malléole interne

• **Lésions à distance** :.....

**Délai de prise en charge** :.....

**Bilan radiologique :**

Radiographies standards ; incidences : Face ••Profil ••3/4••, TDM ••

**Classification anatomo–pathologique selon Sofcot (1991):**

• Fracture avec rupture métaphysaire partielle :

✓ Marginale antérieure :

▪ A trait articulaire unique •

▪ Avec refend ••

✓ Marginale postérieure ••

✓ Sagittale ••

✓ Spiroïde irradiée au pilon tibial ••

• Fracture avec rupture métaphysaire totale ••:

✓ Avec déplacement antérieur••

✓ Sans déplacement antéro–postérieur••

✓ Avec déplacement postérieur ••

**Traitement médical :**

Antibiotiques ••Anti–inflammatoire non stéroïdiens ••Sérum

antitétanique••Antalgiques ••Anticoagulants•

**Traitement orthopédique :**

• Immobilisation plâtrée ••

▪ Durée :.....

▪ Contrôle radiologique••

• Extension continu ••

▪ Durée :.....

- Contrôle radiologique

**Traitement chirurgical :**

- Délai opératoire :.....
- Type d'anesthésie:
  - Générale
  - Locorégionale
- Voie d'abord :.....
- Vérification de la réduction per opératoire :      Oui      -Non
- Types d'ostéosynthèse :
  - ✓ Fixation interne
    - Ostéosynthèse interne du tibia
      - Plaque vissée Type :
      - Vissage
      - Vissage Embrochage
      - Embrochage
      - Agrafes
      - Autres
    - Ostéosynthèse de la fibula
      - Plaque vissée Type :.....
      - Vissage
      - -Embrochage
  - ✓ Fixation externe
    - Type de fixateur externe
    - Hoffman
    - Orthofix en T
- ✓ Traitement combiné (fixateur externe avec ostéosynthèse à minima)

- Du tibia ••
- De la fibula
- ✓ Autres gestes :
  - Greffe osseuse
  - Couverture cutanée ••
  - Traitement des lésions ligamentaires ••
  - Arthrodèse tibio-tarsienne ••

**Soins post opératoires :**

Soins locaux ••Antibiotiques ••Anticoagulants ••

Anti-inflammatoires non stéroïdiens••

**Rééducation** : Délai opératoire:....Autorégulation ••Rééducation assistée ••

**Complications :**

- Complications immédiates :
  - Cutanées (nécroses cutanée) ••
  - -Mise à nu du matériel ou de l'os ••
  - Désunion des sutures
  - Phlyctènes
  - Hématome postopératoire
  - Vasculaires
  - Nerveuses
- Complications secondaires :
  - Infectieuses : Sur broche ••Sur fiche ••Ostéite ••Arthrites ••Des parties molles ••
  - Thromboemboliques ••
- Complications tardives :
  - Pseudarthrose ••Cals vicieux ••Retard de consolidation ••Raideur

– Arthrose ••Sd algodystrophique ••

**Recul :** Le patient a été revu avec un recul de.....

**Résultats :**

••Critères cliniques : (définis par Biga 'SOFCOT ')

**Résultats :**

••Critères cliniques : (définis par Biga 'SOFCOT ')

Score	Douleur	Fonction	Mobilité
3	Absente	Marche non limitée Course possible	FD ≥20° FP≥30°
2	Activités inhabituelles, Douleur climatique	Marche peu limitée, gêne Terrain accidenté	20°>FD> 0° FP≥30°
1	Lors de la marche habituelle	Boiterie	20°>FD>0° 30°>FP
0	Permanente	Canne obligatoire	0°≥FD 30°>FP

Total des 3 items :

–Bon résultat : 8 à 9 ••

–Résultat acceptable : 6 à 7 ••

–Résultat insuffisant : 4 à 5 ••

–Mauvais: 0 à 3 ••

(FD : Flexion dorsale / FP : Flexion plantaire)

Critères radiologiques :définis par arlettaz

Résultats radiologiques	Qualité de la réduction		Traitement chirurgical
Résultats satisfaisants	Excellente	Réduction anatomique, pas de dégâts cartilagineux	
	Bonne	Marche d'escaliers < 2mm, lésions cartilagineuses	
Résultats non satisfaisants	Moyenne	Marche d'escaliers > 2mm, morphologie globalement conservée	
	Mauvaise	Marche d'escaliers > 2mm, morphologie non restituée	
Total			

# RESULTATS

## I. Données épidémiologiques :

### 1. Fréquence des fractures du pilon tibial :

Parmi 285 traumatismes de la cheville colligés au service de traumatologie-orthopédie B4 au CHU Hassan 2 de Fès, sur une période de 3ans (de Janvier 2013 à Décembre 2015), nous avons noté un effectif de 40 de fractures du pilon tibial soit 14 % Des traumatismes de cheville.

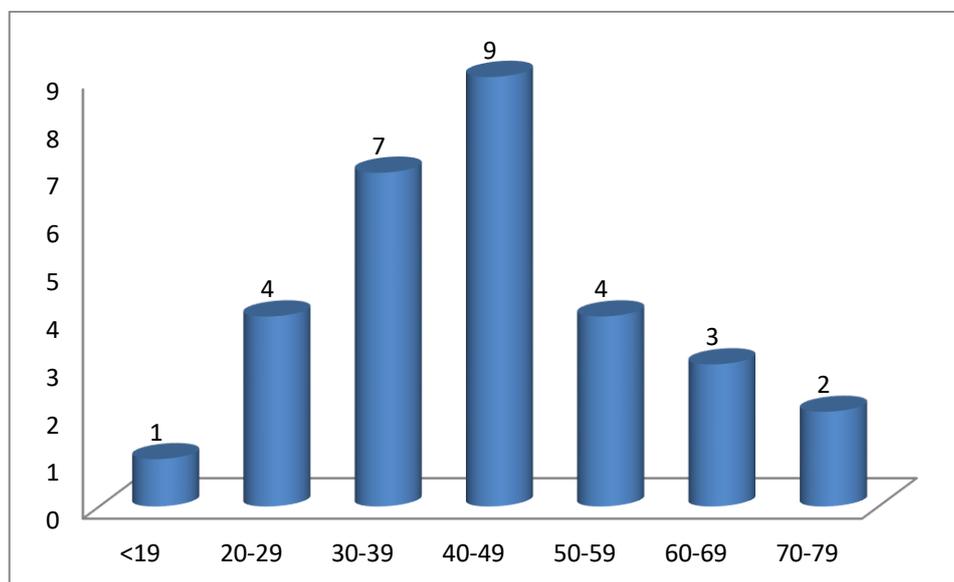
Le traitement chirurgical était indiqué chez 30 patients répondant aux critères d'inclusion. Soit 75./. de l'ensemble des fractures du pilon tibial.

### 2. Âge:

Notre série comporte 30 patients :

Le plus jeune était âgé de 16ans, le plus âgé avait 78 ans .

Les tranches d'âge les plus représentatives de notre série figurent sur le graphique ci-dessous :



**Figure 1: Répartition des patients selon l'âge**

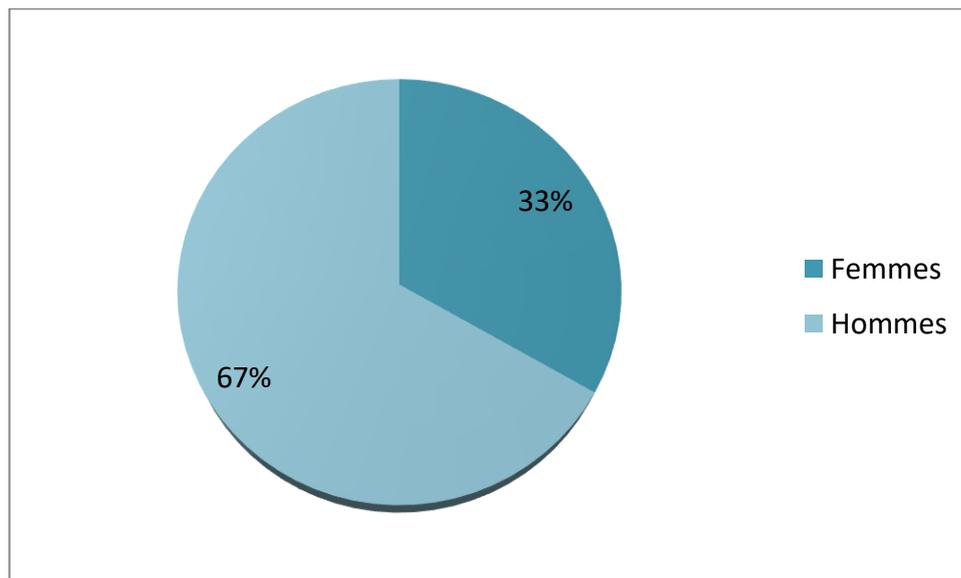
- La moyenne d'âge des hommes était de 36ans.
- La moyenne d'âge des femmes était de 40 ans et demi.
- La tranche d'âge la plus exposée dans notre série était comprise entre 40-

49 ans.

- La population la plus exposée dans notre travail était la population jeune et active.

### 3. Sexe :

Dans notre série nous avons noté une nette prédominance masculine avec 20 hommes soit 67% et 10 femmes soit 33 % avec sexe ratio 2 Hommes/1 Femme (2).



**Figure 2: Répartition des fractures selon le sexe.**

### 4. Terrain :

Dans notre série, 12 patients, soit 40% ont une ou plusieurs tares associées, dont les affections cardiovasculaires sont les plus fréquentes .

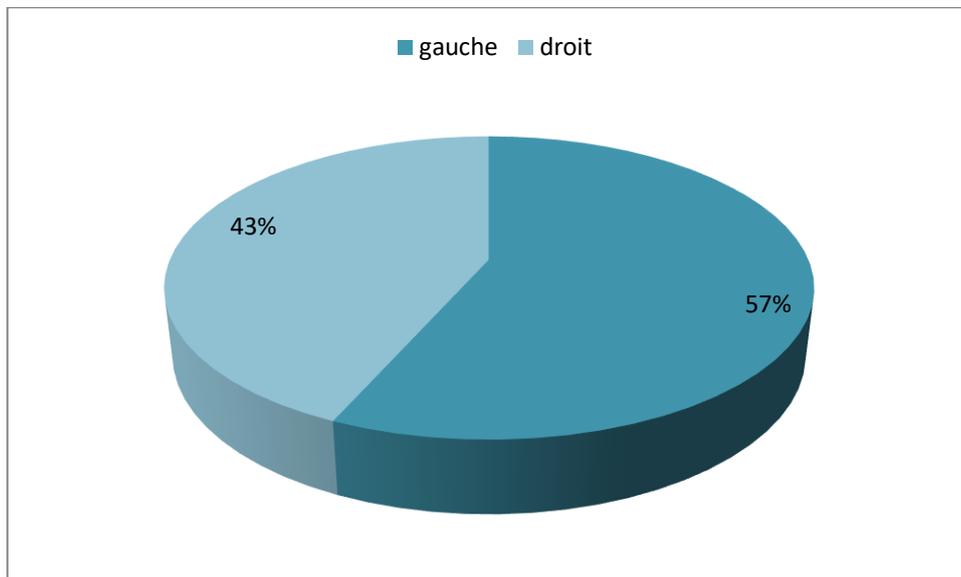
Nos patients ne présentaient pas d'antécédents d'ostéoporose ni d'antécédents liés à la prise de corticoïdes à long terme.

**Tableau I : Répartition des tares associées**

Antécédents	Nombre	%
Hypertension	4	25.%
Diabète	2	13%
Tuberculose	2	13%
Infarctus du myocarde	1	6%
Accident vasculaire cérébral	1	6%
Fr.de clavicule ostéosynthétisée	1	6%
Fr.de cheville controlatérale compliquée d'un cal vicieux	1	6%
Fr. de l'humérus traitée chirurgicalement	1	6%
Fr , supra-condylienne du fémur de même côté	1	6%
sténose ulcéreuse gastroduodénale	1	6%
pied bot varus équin bilatéral	1	6%

## 5. Côté atteint :

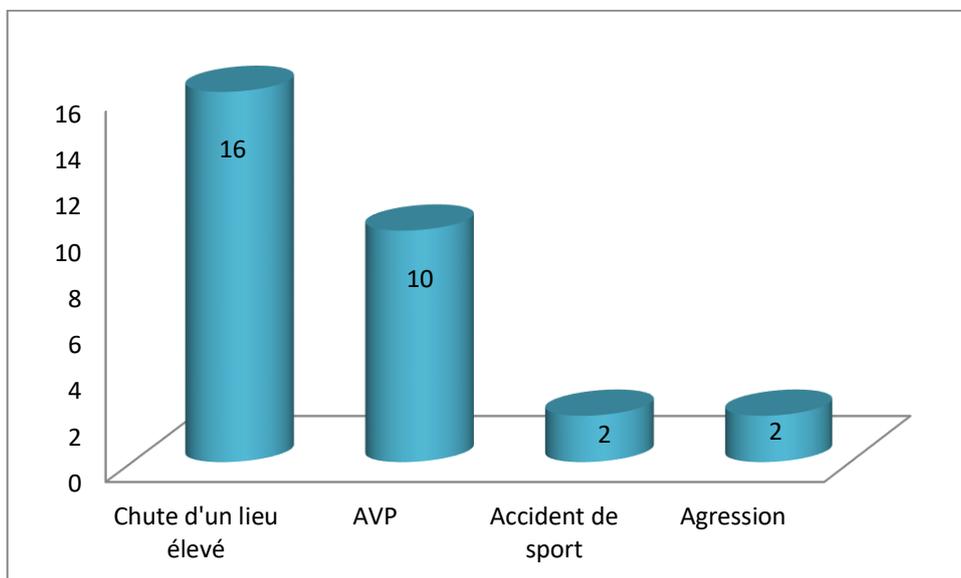
Dans notre série le côté gauche était atteint dans 57./.



**Figure 3: Répartition des patients selon le côté atteint.**

## II. Étiologie-Mécanismes :

### 1. Circonstances étiologiques :



**Figure 4: Répartition des fractures selon l'étiologie**

Parmi les circonstances étiologiques nous avons relevé :

- Les chutes d'un lieu élevé dans 53 ./. de l'ensemble de 30 cas étudiés :
  - Accident de travail dans 8 cas.
  - Imprudence dans 4 cas.
  - Défenestration 3 cas.
  - Chute dans un puits 1 cas
- Les accidents de la voie publique (les engins à 2 roues) venaient en deuxième plan avec un pourcentage de 33./.
- Les accidents de sport étaient relativement moins fréquents et ne représentaient que 7./.
- Les agressions, dans seulement 7./. des cas.

## **2. Mécanisme causal :**

Il nous a été difficile de préciser le mécanisme de ces fractures. Dans la plupart des cas, elles ont fait suite à une chute d'un lieu élevé ou à un AVP, et par conséquent les mécanismes ont été combinés et complexes.

Dans d'autres circonstances, les mécanismes peuvent être soit par compression, cisaillement, ou par torsion.

## **III. Étude clinique :**

### **1. Signes fonctionnels :**

Le diagnostic est souvent évoqué devant la douleur et l'impotence fonctionnelle du cou-de-pied. Cependant il ne faut pas oublier les diagnostics différentiels qui sont la fracture bimalléolaire et l'entorse grave de la cheville.

### 1.1. La douleur :

Il s'agissait d'une douleur intense de la cheville, réveillée par la palpation douce du cou-de-pied.

Dans notre série, la douleur a été observée chez tous les malades.

### 1.2. Impotence fonctionnelle :

Etait présente chez 25 de nos patients, soit 83% des cas

## 2. Examen clinique :

### 2.1. Local :

#### a. L'œdème :



**Figure 5: aspect clinique d'une fracture du pilon tibial avec oedème de la cheville sans signes de souffrance cutanée**

L'œdème a été retrouvé chez 10 patients, soit 33% des cas.

**b. la déformation :**

a été retrouvée dans 3 cas, soit 10% et présentée comme suit :

- Adduction : 2 cas
- Rotation externe : 1 cas



**Figure 6: Aspect clinique d'une fracture du pilon tibial avec déformation en varus**



**Figure 7: Aspect clinique d'une fracture du pilon tibial avec déformation en valgus**

**c. L'ouverture cutanée**

**Figure 8: Fracture ouverte du pilon tibial avec ouverture en postéro interne faisant stade II de cauchoix et duparc**

Assimilée à la classification de Couchoix et Duparc [9]:

Nous nous sommes basés sur la classification de Cauchoix et Duparc modifié [9] (Annexe I ), Nous avons répertorié 6 fractures ouvertes, soit 20 % qui se répartissaient comme l'indique le tableau suivant :

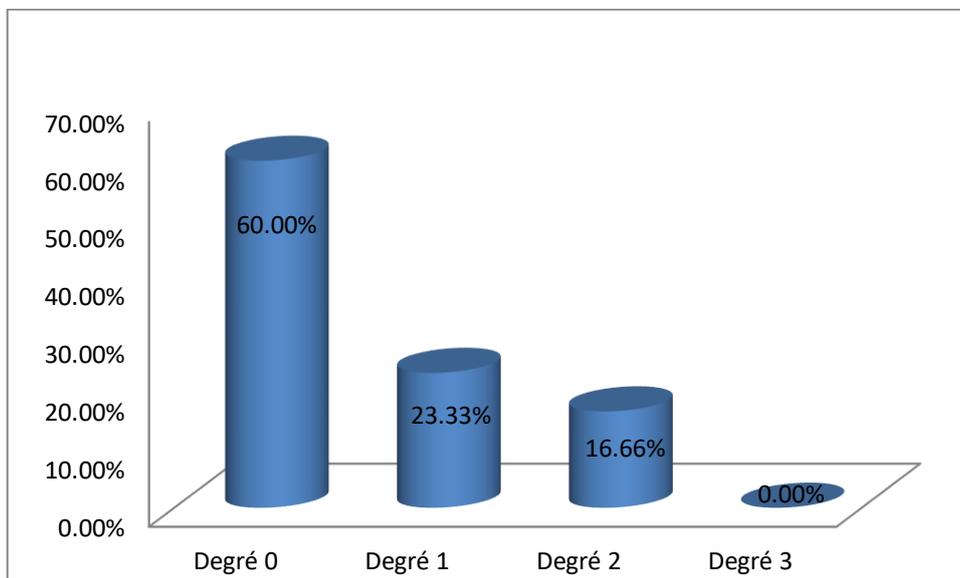
**Tableau II: Répartition des fractures selon le type d'ouverture cutanée (Cauchoix et Duparc modifié)**

Type de lésion	Effectif	Pourcentage
I	3	50%
II	2	33%
III	1	17%
Total	6	100%

**d. contusion cutanée :**

Dans notre série, nous avons classé les lésions des parties molles engendrées par les fractures du pilon tibial, selon la classification de Tscherne et Gotzen [9] (Annexe II)

La répartition est illustrée sur le graphique ci-dessous :



**Figure 9: Répartition des cas selon la classification de Tscherne et Gotzen [9].**

**2.2. Examen locorégional :**

**a. Lésions vasculo-nerveuses :**

Une patiente a présenté à l'examen clinique une absence du pouls pédieux et tibial postérieur avec une hypoesthésie mais le pédicule tibial antérieur était intact après l'exploration chirurgicale, l'évolution était marquée par la réapparition des pouls.

**b. Lésions osseuses :**

Les fractures du pilon tibial peuvent être isolées ou associées à d'autres lésions osseuses dans le cadre d'un poly traumatisme d'où l'importance et la nécessité d'un examen somatique complet.

**Tableau III: Répartition des lésions osseuses associées**

Fracture associée	Nombre de cas
Diaphyse fibulaire	16
Malléole médiale	7
Malléole latérale	4
Autres : Des fractures de : calcanéum, bi-malléolaire, main, jambe controlatérale, L2, L4-L5, extrémité inférieure du tibia, extrémité inférieure du radius, coude, avant-bras, fémur homolatéral.	

Dans notre série, les fractures du pilon tibial ont été fréquemment associées aux fractures de la fibula soit 57%.



**Figure 10: Rx de la cheville dte face objectivant une Fracture métaphysaire totale du pilon tibial selon la classification sofcot associée à une fracture du péroné distal sus-ligamentaire**

**c. Lésions ligamentaires :**

On a observé

- 3 cas de luxation de cheville
- 5 lésions ligamentaires de cheville (ligament collatéral médial).



**Figure 11: Fracture luxation de la cheville avec fragment marginal postérieur**

### **2.3. examen général**

Certaines affections pouvaient parfois nécessiter une prise en charge immédiate sous risque de mettre en jeu le pronostic vital, elles sont souvent l’apanage des AVP et des chutes violentes.

## **3. Étude para-clinique :**

### **3.1. La radiographie standard**

C’est l’examen le plus important qui va permettre d’assoir le diagnostic, de confirmer le mécanisme et de permettre la classification.

Ce bilan comporte des radiographies standard de la cheville en incidence de face et de profil centrées sur l’interligne talo-crural qui permettent de faire le diagnostic des lésions osseuses et de classer ces lésions selon la classification de la SOFCOT.

Des clichés du squelette jambier entier, de face et de profil sont aussi à réaliser, afin de ne pas méconnaître d’éventuelles lésions proximales associées du cadre tibio-fibulaire.

Selon les circonstances étiologiques, l’enquête radiologique peut aller au-delà de la cheville : des radiographies du pied, des genoux, du bassin, du rachis et du thorax sont demandées.



**Figure 12: Rx de la cheville face et profil objectivant une fracture métaphysaire partielle du pilon tibial prenant la marginale antérieure associée à une subluxation tibio-astragaliene en antéro-externe**

### **3.2. La TDM**

Un examen tomodensitométrie permet de bien visualiser les différents fragments, l'enfoncement articulaire et de mieux planifier l'intervention et la position finale du matériel d'ostéosynthèse.



**Figure 13: reconstruction scanographique objectivant une fracture métaphysaire extra-articulaire du pilon tibial associé à une fracture médio-diaphysaire du péroné**

Un seul patient de notre série a bénéficié d'imagerie scanographique.

### 3.1. Résultats anatomo-pathologiques

Dans notre série nous avons eu recours à des radiologies standards qui étaient systématiques pour poser le diagnostic. Elles étaient réalisées chez tous nos malades avec radiographie de la cheville face et profil.

En raison de leur implication thérapeutique et pronostique, les lésions osseuses ont été analysées et répertoriées selon la classification de la SOFOCOT [8].

**Tableau IV: Répartition des fractures incomplètes**

Type de fracture		Effectif	Pourcentage
Marginale antérieure	A trait articulaire unique	2	7%
	A trait articulaires multiples	1	3.3%
Marginales postérieure		1	3.3%
Sagittale		1	3.3%
Sipiroïde du tibia irradié au pilon tibial		6	20%



**Figure 14: Fracture incomplète du Tibia marginale antérieure à trait aticulaire unique associée à une fracture de la malléole interne ,Fibula intacte.**

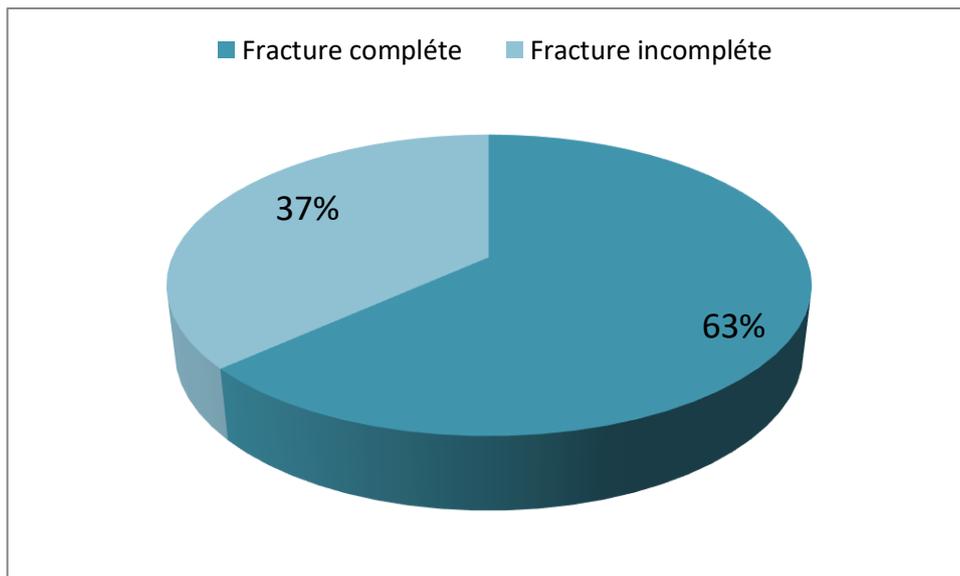
**Tableau V: Répartition des fractures complètes**

Type de fracture	Effectif	Pourcentage
Avec déplacement antérieur	9	30%
Sans déplacement antéropostérieur	0	0%
Avec déplacement postérieur	10	33.%



**Figure 15 : Fracture complète du tibia avec translation médiale+Fracture de la malléole externe**

D’après la classification de la SOFCOT (8) des fractures du pilon tibial, dans notre série, nous avons constaté une prédominance des fractures articulaires complètes 19 cas soit 63 %, puis viennent les fractures incomplètes 11 fractures soit 37 % des cas.



**Figure 16: Répartition des fractures du pilon tibial selon la classification de La SOFCOT.**

### 3.2. Autres lésions radiologiques :

#### a. Luxations et subluxations tibio-taliennes

Selon l'intensité du traumatisme et le point d'impact, la luxation ou la subluxation Talo crurale accompagnent souvent les fractures du pilon tibial.

Dans notre série, 4 patients ont présenté une luxation tibio-astragalienne, soit 13% des cas.

#### b. Enfoncement ostéochondral :

Dans notre série, quatre malades ont présenté un enfoncement ostéochondral.

## **IV. Traitement Chirurgical :**

### **1. Buts du traitement:**

Le traitement vise à établir une fonction normale ou subnormale de la cheville à savoir :

- La stabilité,
- La mobilité,
- L'indolence.

Pour obtenir ce but, le traitement doit respecter quatre principes généraux :

- La précocité de la thérapeutique à cause du vieillissement rapide des fractures articulaires et en évitant le risque de souffrance et de nécrose cutanée.
- La perfection de la réduction restituant un profil articulaire anatomique.
- La solidité et l'efficacité de la contention qui assurera une consolidation en bonne position et une mobilisation précoce.
- La Précocité de la rééducation et de l'ensemble des moyens physiothérapeutiques .

### **2. Moyens :**

#### **2.1. Traitement médical :**

##### **a. le traitement antalgique**

Dans l'attente du traitement chirurgical, les patients ont été mis en condition: Immobilisation par attelle, surélévation du membre, vessie de glace, prescription d'un traitement antalgique et d'anti-inflammatoire en l'absence de toute contre-indication.

**b. L'Antibiothérapie :**

Toutes les fractures ouvertes types I et II ont bénéficié en urgence d'un parage de la plaie traumatique avec une antibiothérapie curative.

L'antibiothérapie prophylactique a toujours été préconisée, cette dernière a été administrée d'une façon systématique chez tous nos patients. C'est l'association Amoxicilline - Acide clavulanique ou les céphalosporines de 2ème génération à la dose de 2g administrée par voie intraveineuse directe en peropératoire.

**c. La prophylaxie thromboembolique :**

En absence de contre-indication les anticoagulants à base d'héparine à bas poids moléculaire, à dose prophylactique, ont été préconisés chez tous les patients pendant la durée d'immobilisation jusqu'à la reprise d'appui.

**2.2. Traitement chirurgical :****a. Délai opératoire entre le traumatisme et le geste opératoire :**

Le délai thérapeutique moyen était de 10jours, le plus court était d'un jour et le plus long était de 26 jours.

Le long délai était expliqué par l'état cutané défavorable.

**b. bilan préopératoire :**

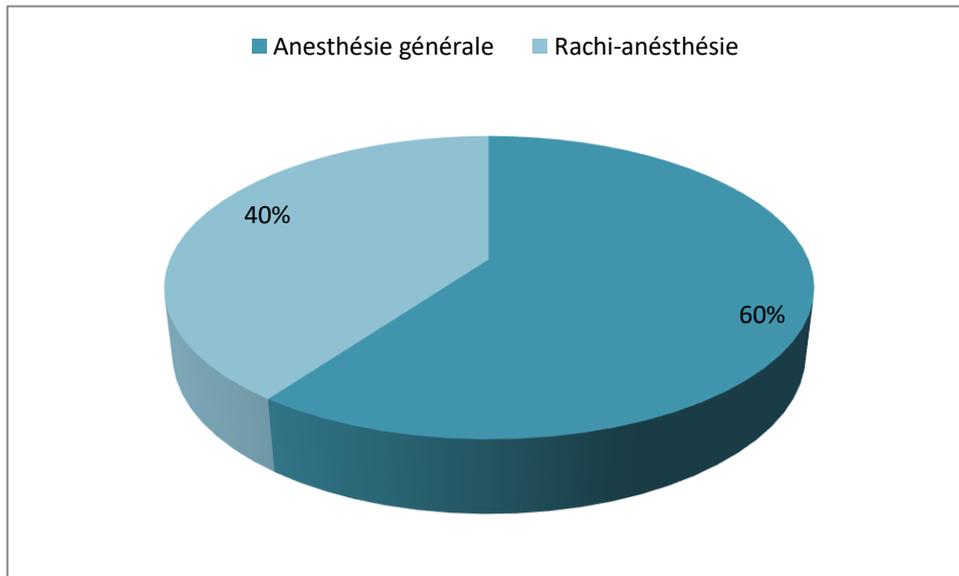
Un bilan préopératoire était systématique chez tout patient hospitalisé. Il comprenait :

Une numération formule sanguine, groupage, bilan rénal, radiographie pulmonaire, électrocardiogramme et un avis d'anesthésiste chez les personnes âgées ou présentant un facteur de risque cardiovasculaire.

**c. type d'anesthésie :**

Deux types d'anesthésie ont été utilisées : l'anesthésie générale dans 18 cas soit 60%, et la rachianesthésie dans 12 cas soit 40%.

Dans 2 cas une rachianesthésie a été convertie en anesthésie générale.



**Figure 17: Répartition selon les types d'anesthésie**

**d. Installation :**

Tous nos patients ont été opérés en décubitus dorsal avec mise en place d'un coussin sous la fesse homolatérale.

Le garrot était utilisé de façon systématique, il est placé au niveau de la racine du membre inférieur pour faciliter l'intervention.

**e. Voies d'abord :**

**Tableau VI : La répartition des voies d'abord utilisées**

Voie d'abord	Nombre de cas	%
Antéro-médiale prémalléolaire	17	57%
Antéro-latérale	11	36%
Postéro-médiale	0	0%
Antérieure isolée	0	0%
Interne rétromaléolaire	0	0%
Latérale pour fibula	2	7%

Trois cas traités initialement par fixateur externe ,dans le cadre d'un traitement combiné ont été abordés dans un deuxième temps par voie antéro-médiale.

Dans notre étude la voie la plus fréquemment utilisée était la voie antéro-médiale prémalléolaire chez 17 cas soit 57%, suivie de la voie antérolatérale avec un taux de 36%

**f. Répartition des modalités thérapeutiques**

La répartition des modalités chirurgicales utilisées était comme suit :

Tous nos patients ont bénéficié d'un traitement chirurgical

**f.1. Fixation interne:**

- Pilon tibial:

L'ostéosynthèse a été assurée par:

**Tableau VII: Répartition des modalités thérapeutiques**

Modalité technique		Nombre de cas	%	
Plaque vissée	Isolée	14	61%	
	associée	Vissage épiphysaire	1	4%
		Embrochage épiphysaire	1	4%
Vissage	Simple	5	22%	
	Associée à un embrochage	2	9%	

- On note une diversité des modalités chirurgicales.
- Le matériel le plus utilisé était la plaque vissée chez 16 blessés :  
16 plaques en T



**Figure 18 : Rx de la cheville dte face postopératoire d'une Fracture du pilon tibial avec trait de refend diaphysaire traitée par une ostéosynthèse par une plaque en T associée à une fracture fibulaire distale traitée par plaque spéciale fibula**



**Figure 19: Plaque en T pour pilon tibial**

- Fibula :

L'ostéosynthèse de la fibula constitue le premier temps de l'intervention. Elle a été pratiquée dans 17 cas soit 57%. Le matériel utilisé était :

- 10 Plaques spéciales fibulaires
- Plaque 1/3 tube dans 4cas en absence de lésions cutanées.
- Embrochage dans 2cas et Vissage dans 1cas en cas de lésions cutanées en regard de voie d'abord latérale.



**Figure 20: Plaque spéciale fibula**

**f.2. Fixation externe:**

Dans notre série, le fixateur externe a été utilisé dans 12 cas .dont 4 seul.

Un seul type de fixateur externe a été utilisé

- Fixateur d'Hoffman avec un montage tibio-métatarsien
- Orthofix en T avec un montage tibio-tibial en aucun cas

L'utilisation du fixateur externe était en rapport avec l'association d'atteinte des parties molles et la comminution de la fracture.



**Figure 21 : Aspect clinique postopératoire d'une fracture ouverte du pilon tibial stade IIIb selon la classification de cauchoix et duparc traitée par fixateur externe type Hoffman tibioalcanéen en double héli cadre**

### **f.3. Traitement combiné :**

Le traitement combiné a été réalisé par le fixateur externe associé à une ostéosynthèse interne du pilon ou de la fibula.

- Fixateur externe du pilon + Ostéosynthèse de la fibula par :
  - Plaque tiers tube: 2cas
  - Vissage: 1 cas.
  - Embrochage : 3 cas .
- Fixateur externe du pilon + Ostéosynthèse à minima par vissage du pilon tibial+Fibula intacte :
  - 2cas



**Figure 22 : Fracture ouverte complète sans déplacement du tibia selon la SOFCOT  
traitée par fixateur externe tibio-métatarsien+Ostéosynthèse à minima  
(vissage)+Fracture simple médio-diaphysaire de la fibula traitée par embrochage  
centro-médullaire**

## V. Évolution :

### 1. Les suites opératoires :

#### 1.1. Surveillance de la plaie et des tissus mous :

Le suivi postopératoire précoce était essentiellement guidé par la protection et la surveillance de la peau et des tissus mous :

- Le pansement était léger, confortable et absorbant, il n'était en aucun cas circulaire ni constrictif par crainte de porter atteinte au retour veineux.
- Le pied était surélevé de manière importante dès la sortie de la salle d'opération et de manière stricte durant les 48 premières heures.
- L'installation en décubitus dorsal avec flexion associée de la hanche et du genou était efficace pour le retour veineux et confortable pour le patient.
- L'état cutané était surveillé quotidiennement. Les phlyctènes qui apparaissaient fréquemment durant les 48 premières heures ont été percées et asséchées.
- Une antibiothérapie prophylactique a été administrée de façon systématique et elle était curative en cas de fracture ouverte.
- Le drain aspiratif a été enlevé à j2 post opératoire.
- En cas d'ostéosynthèse par fixateur externe ; la surveillance cutanée et en particulier celle des orifices cutanés des fiches et des fils du fixateur était plus stricte. Lorsqu'un véritable pansement n'était plus nécessaire, des soins d'hygiène quotidiens ont été réalisés, savonnage, rinçage et séchage

#### 1.2. Surveillance radiologique:

Elle était assurée par un contrôle radiographique postopératoire de face et de profil de la cheville et de la jambe. Ce contrôle servait à vérifier la qualité de la réduction ; indiquait éventuellement une reprise pour correction, mais aussi pour

posséder des clichés de référence pour le suivi de la consolidation osseuse.

## **2. La rééducation fonctionnelle :**

La mobilisation de l'articulation, y compris dans les fractures articulaires, participe à la cicatrisation du cartilage comme l'a démontré expérimentalement Jansen [11].

La rééducation en cas d'ostéosynthèse interne est commencée immédiatement après l'ablation du fil, et l'ablation de l'attelle plâtrée mise dans un but antalgique vers les 10<sup>ème</sup> -15<sup>ème</sup> jours, elle est passive au début, assurée par le kinésithérapeute à raison de 3 à 4 séances par semaine pendant 6 semaines, puis active, par le malade lui-même.

En cas de fixateur externe la rééducation est commencée après 45 jours à 2 mois du geste opératoire.

## **3. Reprise d'appui :**

La mise en charge a été décidée en fonction du type de fracture ainsi nous avons autorisé un appui progressif entre la 6<sup>ème</sup> et la 8<sup>ème</sup> semaine pour les fractures simples. Pour les fractures comminutives, nous l'avons fait entre la 8<sup>ème</sup> semaine et la 12<sup>ème</sup>.

Les patients ayant bénéficiés d'une greffe ont commencé l'appui après la 12<sup>ème</sup> semaine.

## **4. Délai de consolidation :**

Il dépendait du type de fracture, des lésions associées, de la qualité de la réduction et de la stabilité des fractures et du montage.

Nous avons constaté qu'il était autour de 10 à 20 semaines selon les clichés radiographiques.

## **5. Complications postopératoires :**

Dans notre série, 17 fractures du pilon tibial ont présenté des complications, soit 57% des cas.

### **5.1. Les complications précoces :**

Nous avons noté 4 cas d'infection, soit 13%

❖ L'infection était

- Superficielle dans : 2 cas
  - Dans le premier cas, l'infection a bien évolué sous soins locaux et antibiothérapie.
  - Alors que dans le 2ème a évolué vers un sepsis sur matériel et a été traitée chirurgicalement par débridement, drainage et curetage avec association d'une antibiothérapie efficace.
- Profonde dans : 2 cas
  - En l'occurrence le traitement a fait appel à la mise à plat chirurgicale, l'ablation du matériel d'ostéosynthèse, le débridement, le drainage et le curetage osseux avec le soutien d'une antibiothérapie efficace et mise en place de fixateur externe



**Figure 23: Aspect clinique d'une fracture du pilon tibial ouverte stade I traitée par une plaque en T ayant évolué vers une pseudarthrose septique avec issue de pus à travers deux fistules cutanées**

❖ La nécrose

- 4 cas de nécrose cutanée traitée par plaque vissée :
  - Trois cas limités à un centimètre ne mettant pas à nu le matériel d'ostéosynthèse dont l'évolution était bonne sous soins locaux.
  - un cas a dépassé un centimètre et a mis à nu le matériel d'ostéosynthèse, il a été traité par un lambeau fascio-cutané de rotation.



**Figure 24: Aspect clinique à j+4 d'une fracture du pilon tibial traitée à travers une voie d'abord antéro-interne avec fermeture sous-tension ayant évolué vers la nécrose des berges cutanées**

- ❖ Perte de substance : vu chez deux patients, traités par un lambeau neuro-cutané.



**Figure 25: Perte de substance post-traumatique antérieure du tiers inférieur de la jambe, avec une fracture complexe du tibia et une fracture du tiers distal de la fibula.**



**Figure 26: Couverture par un lambeau neurocutané sural à pédicule distal après mise à plat et avivement des bouts osseux.**

❖ Complications veineuses :

Dans notre série, aucun cas de thrombophlébite n'a été enregistré.

**5.2. Les complications tardives :**

Nous avons noté les complications suivantes :

- ❖ Cal vicieux : 5 cas soit 17%
- ❖ Arthrose tibio-astragaliennne : 3 cas soit 10 %
- ❖ Algodystrophie : 4 cas soit 13%
- ❖ Raideur : 4 cas soit 13%
- ❖ Pseudarthrose : 2 cas soit 7 %

# ANALYSE DES RESULTATS THERAPEUTIQUES

## I. Recul :

Les patients ont été revus avec un recul moyen de 2ans avec des extrêmes de 11 mois et 3ans.

## II. Critères d'évaluation des résultats :

Les résultats ont été appréciés, selon la réunion annuelle de la SOFCOT 1991 [7] par :

### 1. Cliniques :

Douleur, marche, mobilité, œdème, chaque item étant gradué en 4 stades :

- 3 correspondants à la normalité
- 0 correspondant au plus mauvais résultat.

**Tableau VIII : Critères d'évaluation cliniques définis par Biga SOFCOT [7]**

Score	Douleur	Fonction	Mobilité
3	Absente	Marche non limitée Course possible	FD $\geq 20^\circ$ FP $\geq 30^\circ$
2	Activités inhabituelles, Douleur climatique	Marche peu limitée, gêne Terrain accidenté	$20^\circ > FD > 0^\circ$ FP $\geq 30^\circ$
1	Lors de la marche habituelle	Boiterie	$20^\circ > FD > 0^\circ$ $30^\circ > FP$
0	Permanente	Canne obligatoire	$0^\circ \geq FD$ $30^\circ > FP$

Cette évaluation permet de distinguer 4 groupes présentant des scores différents:

- Bons résultats : entre 8 et 9
- Résultats acceptables : entre 7-8
- Résultats insuffisants : entre 4 et 5
- Mauvais résultats : entre 0 et 3

## **2. Radiologiques :**

L'importance des déplacements et leurs réductions, ainsi que la congruence articulaire définie par le parallélisme et la concentricité des surfaces articulaires.

Le degré d'arthrose tibio-tarsienne (en 3 stades) L'entretien à long terme permettait de vérifier voir de compléter le questionnaire, de procéder à un examen clinique avec en particulier une mesure goniométrique de la flexion dorsale et plantaire de l'articulation tibio-astragalienne.

## **III. Résultats fonctionnels et globaux :**

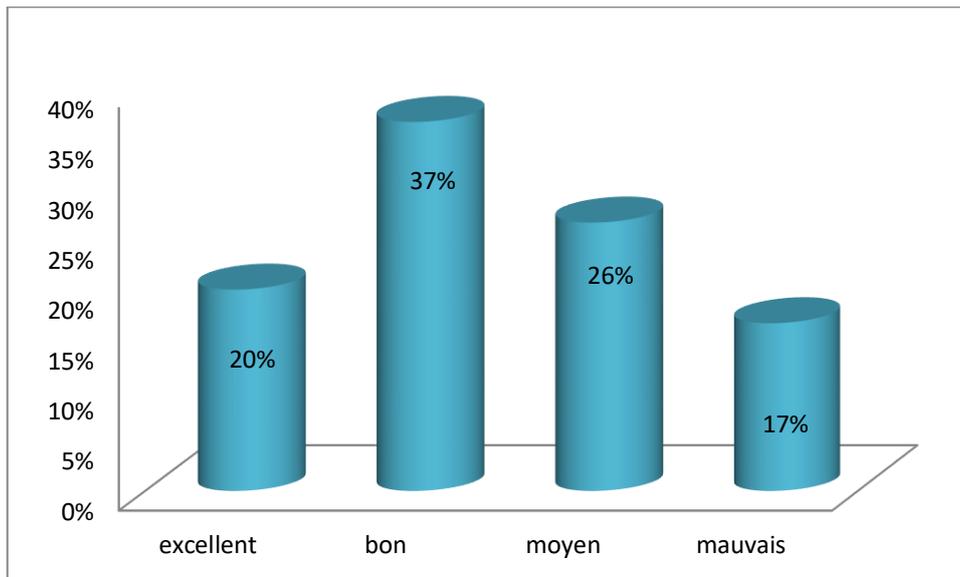
### **1. Résultats fonctionnels :**

La mobilité de l'articulation tibio-astragalienne a atteint 20° pour la flexion dorsale en moyenne et 30° pour la flexion plantaire à.

On a observé une mobilité réduite chez 7 cas et une mobilité très réduite chez 2 cas.

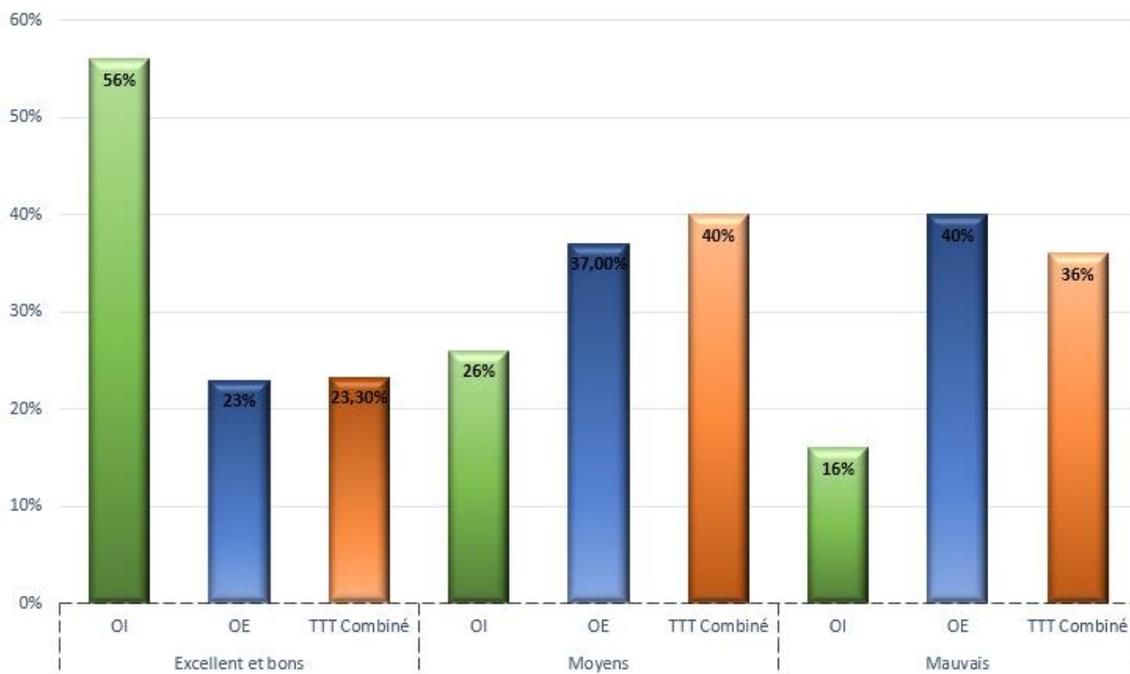
### **2. Résultats globaux :**

Les résultats ont été obtenus selon les critères d'évaluation cliniques définis Par Biga (Sofcot) [7] que nous avons adaptés aux fractures de notre série, sans tenir compte du type de traitement.



**Figure 27: Résultats Globaux selon les critères d'évaluation utilisée.**

**2.1. Résultats fonctionnels en fonction des modalités thérapeutiques :**



**Figure 28: Résultats fonctionnels en fonction des modalités du traitement chirurgical**

Nos résultats étaient excellents et bons chez :

- 56% des patients traités par ostéosynthèse interne.
- 23% des patients traités par ostéosynthèse externe.
- 23% des patients traités par un traitement combiné.

## IV. Résultats radiologiques :

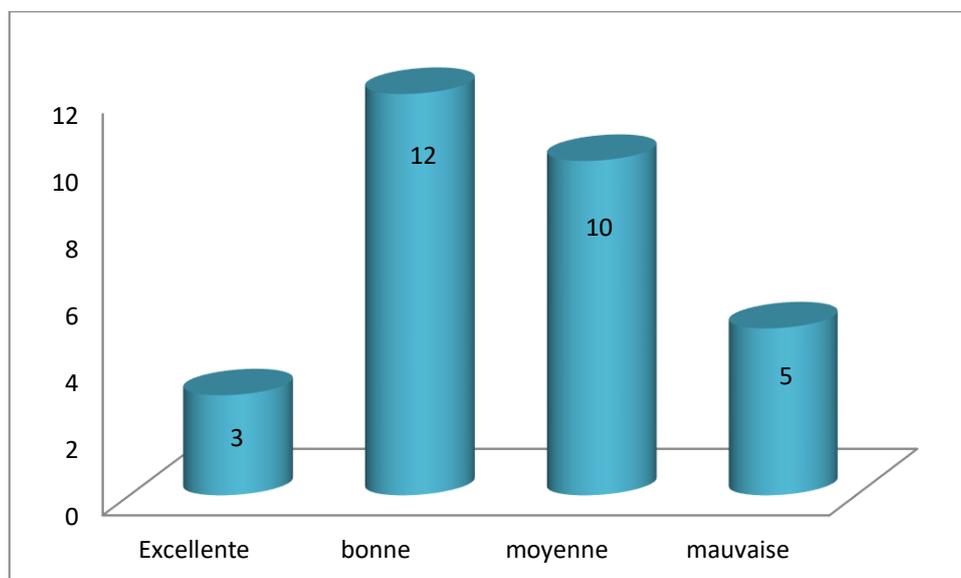
### 1. Résultats radiologiques globaux :

Les critères définis par Arlettaz [12] nous ont permis de regrouper nos résultats dans le tableau ci-dessous, ce dernier ne tient pas en compte le cas d'arthrodèse.

**Tableau IX: Un tableau montrant les critères de qualité de réduction.**

Résultats	Qualité de la réduction	
Résultats satisfaisants	Excellente	Réduction anatomique, pas de dégâts cartilagineux
Résultats non satisfaisants	bonne	Marche d'escalier < 2mm, lésions cartilagineuses
	moyenne	Marche d'escalier > 2mm, morphologie globalement conservée
	mauvaise	Marche d'escalier > 2mm, morphologie non restituée

Les résultats de notre série sont les suivants :



**Figure 29: La qualité de réduction radiologique chez nos patients.**

## 2. Résultats selon la classification de la SOFCOT [8]:

Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus selon la Classification de la SOFCOT [7]

**Tableau X : Résultats obtenus selon la classification de la SOFCOT concernant les fractures incomplètes**

Type de fracture		Excellent	bon	Moyen	Mauvais
Marginales antérieures	A trait articulaire unique	2			
	A traits articulaires multiples		1		
Marginales postérieures			1		
Sagittales				1	
Spiroïdes du Tibia irradiées au pilon tibial			4	1	1

Le taux d'excellent et de bons résultats était élevé en cas de fractures simples.

**Tableau XI: Résultats obtenus selon la classification de la SOFCOT concernant les fractures complètes**

Type de fracture	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
Avec déplacement antérieur		4	3	2
Sans déplacement antéro-postérieur	-	-	-	-
Avec déplacement postérieur		3	5	2

On remarque que presque tous les mauvais résultats concernaient les fractures complètes complexes.

### **3. Répartition des résultats radiologiques en fonction du type de traitement et des fractures :**

#### **3.1. Fixation interne :**

Nous avons obtenu les résultats suivants :

- 19 résultats satisfaisants soit 83% répartis de la manière suivante :
  - 9 fractures complètes et 10 fractures incomplètes.
- 4 mauvais résultats soit 17%; répartis de la manière suivante
  - 4 fractures complètes et 1 fracture incomplète.

#### **3.2. Fixation externe :**

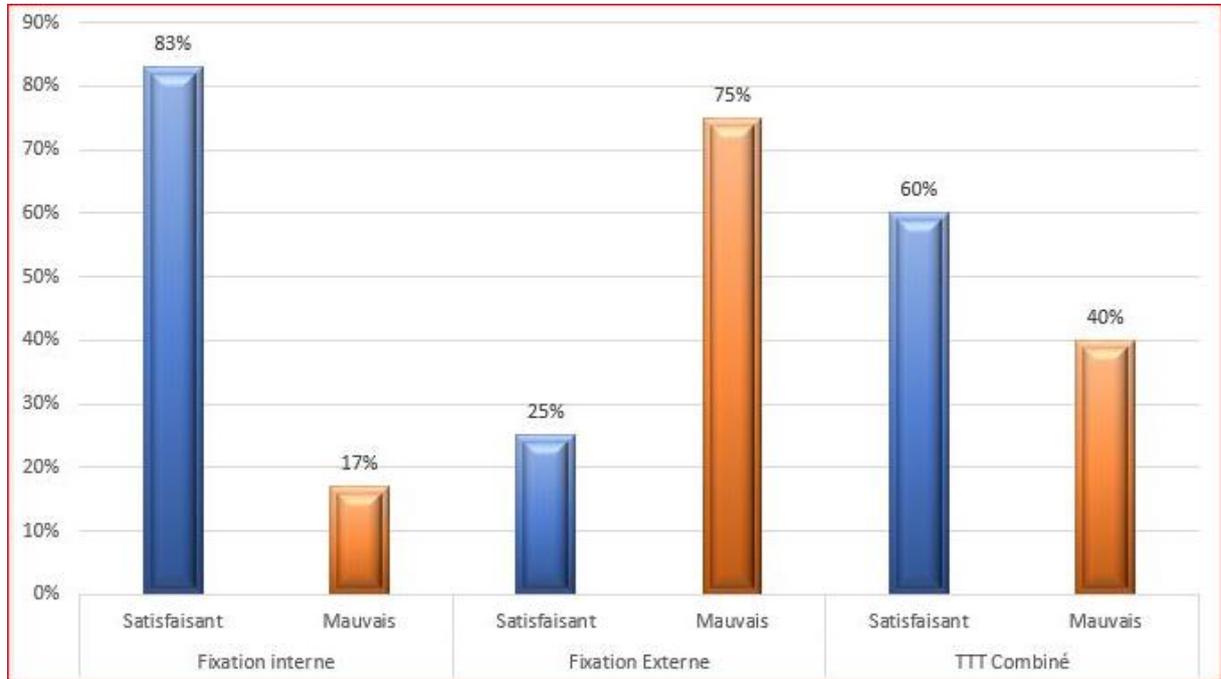
Nous avons obtenu les résultats suivants :

- un seul résultat satisfaisant soit 25% qui concernait une fracture incomplète.
- 3 mauvais résultats soit 75% répartis de la manière suivante :
  - 2 fractures complètes et 1 fracture incomplète.

#### **3.3. Traitement combiné :**

Nous avons obtenu :

- Des résultats satisfaisants dans 60% des cas.
- Des mauvais résultats dans 40% de l'ensemble des cas.



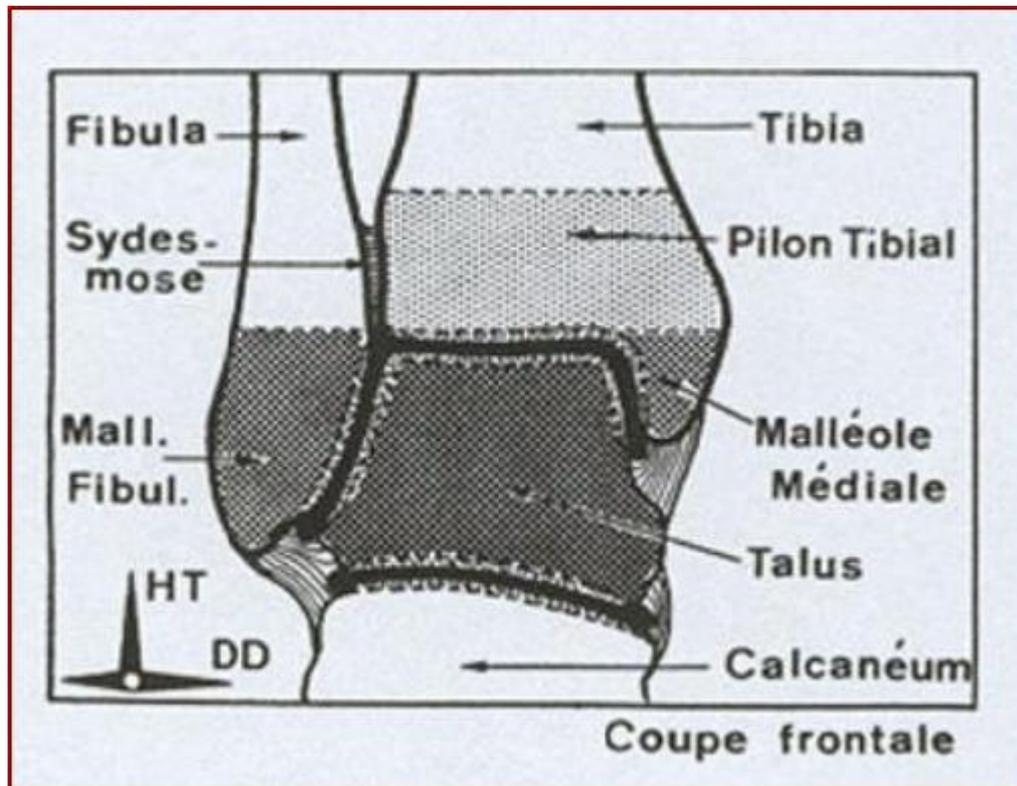
**Figure 30: Répartition des résultats radiologiques en fonction du type de traitement**

# DISCUSSION

## I. Rappel anatomique

Le pilon tibial est représenté par l'extrémité inférieure renflée du tibia correspondant à l'épiphyse distale, articulaire, de section quadrangulaire.

Sa limite supérieure est située à environ 8 cm de l'interligne tibio tarsienne.



**Figure 31: Coupe frontale de l'articulation talo-crutale**

On lui décrit 5 faces :

- une face antérieure : lisse et régulière, légèrement convexe, se terminant par la marge antérieure.

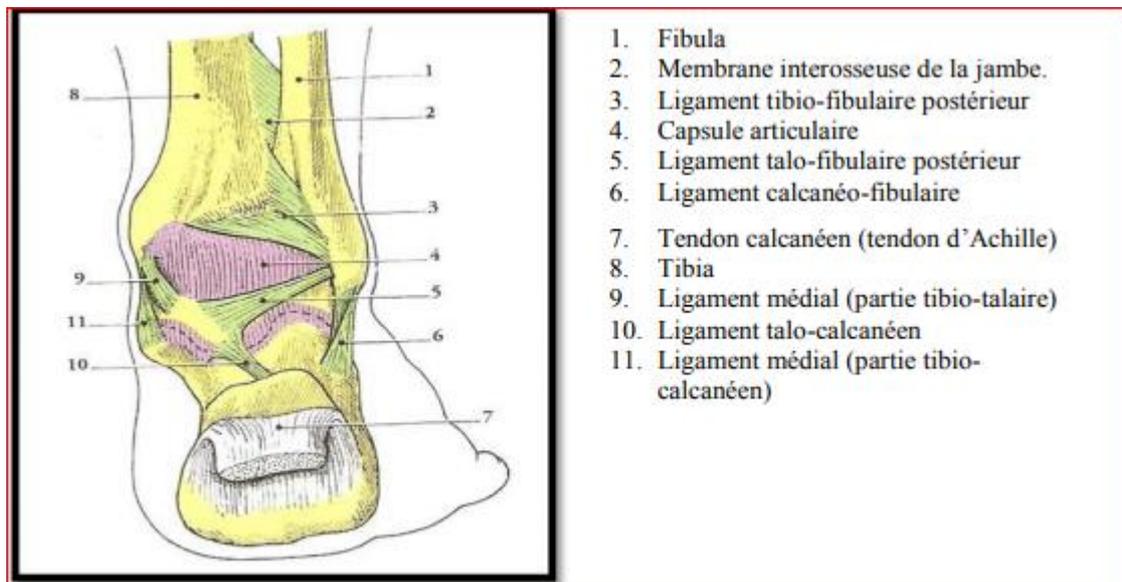
- une face postérieure : convexe, sillonnée par des gouttières se terminant par la marge postérieure, plus volumineuse et qui descend plus bas que la marge antérieure, ou troisième malléole de Destot .

- une face médiale : se terminant par la malléole médiale .insertion du ligament deltoïdien (LLI) .face profonde (latéral) cartilagineuse,

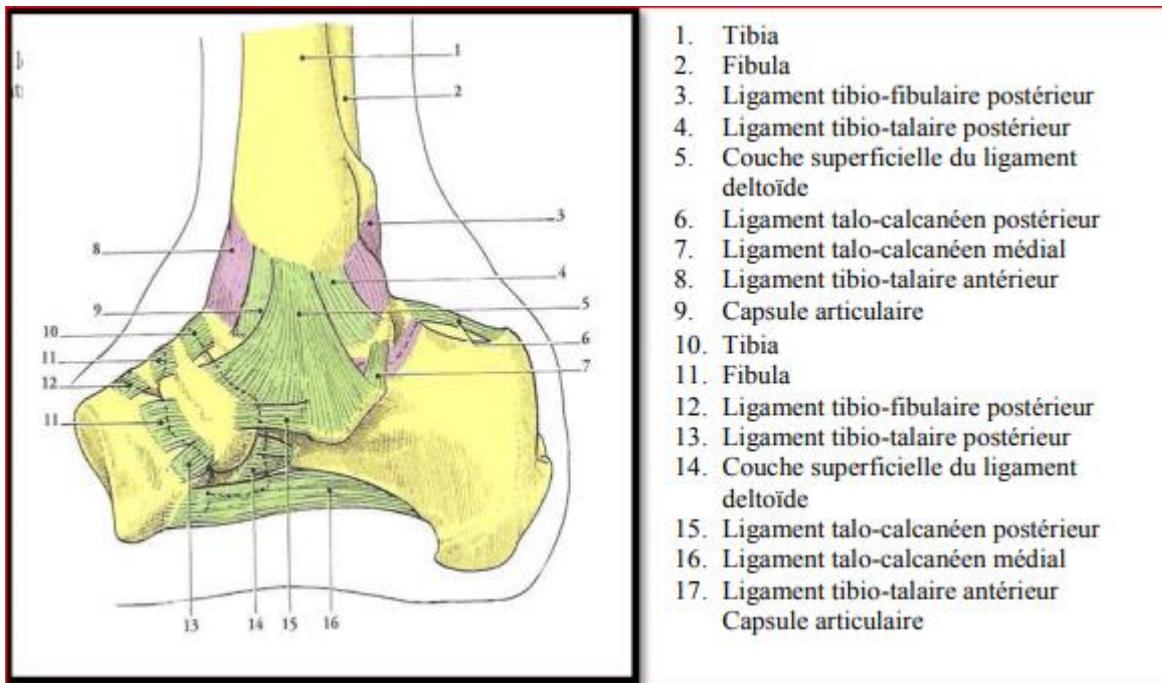
-une face latérale : Offre la surface articulaire de la fibulo tibiale inferieure sous forme de gouttière verticale limitée par les tubercules externes du tibia : tubercule antérieur de Tillaux-Chapput, tubercule postérieur plus volumineux

-une face inférieure : purement articulaire ,plafond de la mortaise quadrangulaire , à grand axe transversal , plus large en avant qu'en arrière ,concave d'avant en arrière avec en son milieu une crête mousse sagittale qui s'articule avec la gorge de la poulie du talus (articulation tibiotarsienne).

Il est maintenu aux structures avoisinantes par la capsule articulaire, les ligaments péronéo-tibiaux (postérieur et antérieur), le ligament interosseux et les ligaments latéraux (interne et externe)



**Figure 32: Vue postérieure montrant la capsule et les ligaments du pilon tibial.**



**Figure 33: Vue médiale montrant la capsule et les ligaments du pilon tibial.**

## II. Définition–Histoire chirurgicale du Pilon Tibial :

L'utilisation du terme "Pilon Tibial" revient à Etienne Destot en 1911 dans son ouvrage sur la description radiologique des fractures du pied [13]. Le nom Pilon est venu de la ressemblance de la forme du tibia distal à un pilon.



**Figure 34: Mortier et pilon**

Les fractures du pilon Tibial concernent, sur une vue de face, les lésions osseuses inscrites dans un carré de la largeur de l'épiphyse distale du tibia ; cette zone est également appelée 'carré épiphysaire' Il faut d'emblée comprendre qu'une fracture du pilon tibial est définie par rapport à une appartenance à une zone anatomique et non pas par rapport à la présence d'un trait articulaire [14].

Ces fractures ont toujours représenté un défi pour les chirurgiens orthopédistes traumatologues.

Elles avaient une mauvaise réputation et leur chirurgie était grevée d'un taux important d'échec [15,16].

Elles ont été considérées jusqu'à la fin des années 70 comme des lésions entraînant un déficit fonctionnel articulaire dans plus de 50% des cas. De ce fait certains auteurs comme Witt, Muller [17,18] proposaient d'emblée une arthrodèse tibio–astragalienne pour les fractures comminutives.

Ruedi et Coll [19,20,21] ont montré que la réduction sanglante anatomique associée à la greffe spongieuse des défauts métaphysaires suivie d'une fixation interne par plaque de neutralisation complétée par une immobilisation précoce post-opératoire permettaient d'obtenir des résultats encourageants à moyen et à long terme.

Ovadia et Beals [22], Heim et Naser [23], ainsi que Crutchfield et Coll [24] ont repris entre autres, ce type de traitement avec des résultats variables.

La prise en charge s'est orientée par la suite vers la fixation externe [12,25,26] avec une diminution du taux de complications, mais avec des réductions articulaires de moins bonne qualité.

D'autres auteurs [27] ont alors proposé le recours à une stratégie en deux temps : Ostéosynthèse par plaque de la fibula et fixateur externe tibio-calcanéen dans un premier temps puis, quelques jours plus tard, ostéosynthèse du tibia par plaque.

L'apparition des fixateurs internes posées en percutané et d'enclouage centromédullaires distaux a aussi offert de nouvelles possibilités thérapeutiques aux chirurgiens confrontés à ces graves lésions.

### III. Données épidémiologiques :

La confrontation et l'analyse des résultats avec les données de la littérature se sont faites en tenant compte de plusieurs critères, à savoir les données épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et évolutives.

#### 1. Fréquence :

Les fractures du pilon tibial sont des traumatismes rares et graves.

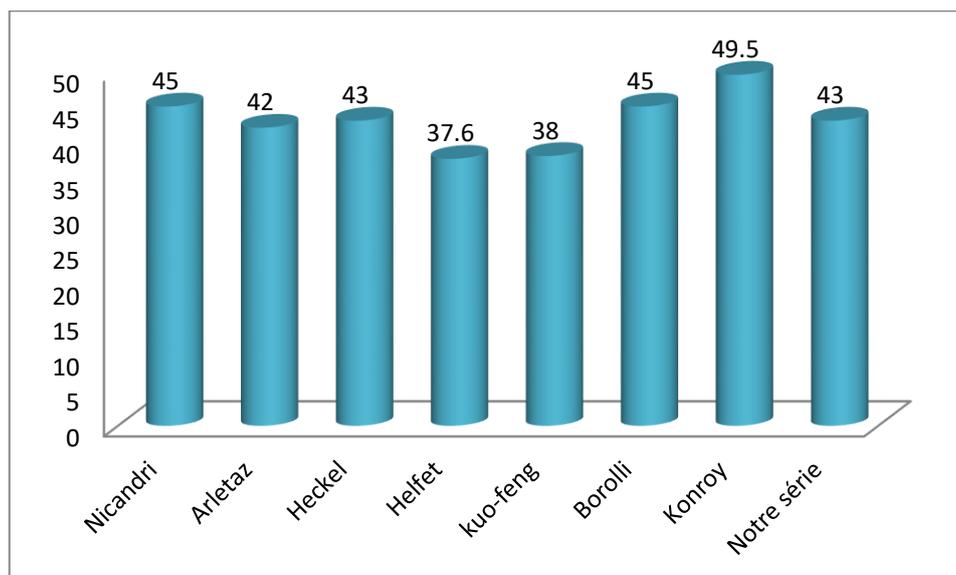
Selon Bourne Arlettaz et Evan [25,12,27] elles représentent 7% des fractures du tibia et 1% des fractures du membre inférieur.

Decoulx, Razemon, Rousselle [28] ont répertorié 13,7% des fractures du pilon tibial sur 350 cas de fractures du coup-de-pied. De même Mauffrey [1] a rapporté que leur nombre représentait 21% des fractures de l'extrémité inférieure du tibia.

#### 2. Age

La moyenne d'âge dans ces différentes séries [12,29-34] varie entre 38 et 45 ans.

Dans notre série la tranche d'âge la plus exposée est comprise entre 40-49



**Figure 35: Comparaison de l'âge moyen de nos patients avec les données de la littérature**

Dans l'ensemble, ces moyennes correspondent à la tranche de la population active en rapport très probablement avec le jeune âge de la population et la prédominance des accidents de la voie publique.

L'atteinte fréquente de cette tranche d'âge est grave car elle peut retentir sur l'activité socio-économique.

Les fractures du pilon tibial sont l'apanage de l'adulte jeune comme le rapporte la plupart des séries.

### **3. Sexe**

Notre série présente une nette prédominance masculine avec 67% d'hommes pour 33% des femmes ; soit un sexe ratio de 2 Hommes/1 Femme Ce qui concorde avec la littérature [12,29, 31,32-36].

Cette particularité peut être due à l'exposition masculine aux traumatismes violents en rapport avec l'activité professionnelle et une grande pratique de sport de contact.

### **4. Terrain :**

Dans notre série, nous avons constaté un taux de tares associées à 54% avec une nette prédominance des affections cardiovasculaires.

Aucun de nos patients n'avait une ostéoporose malgré l'âge avancé de certains patients, qui aurait pu provoquer une fragilisation des os pouvant éventuellement faciliter la survenue de la fracture.

L'étude rétrospective de la SOFCOT à la 66ème réunion annuelle (1992) faite par HECKEL [30] à propos de 692 observations, a retrouvé un taux élevé de tares associées, de l'ordre de 40% tandis que Assal [37] avait rapporté un taux de 11%. Toutefois les auteurs n'ont pas pu établir un lien étroit entre fracture du pilon tibial et existence de tares. Il en est de même dans notre série.

## **5. Côté atteint :**

Nous avons relevé une prédominance de l'atteinte du côté gauche (57%) par rapport au côté droit (43.3%).

Ces chiffres rejoignent ceux de la littérature [33,53].

Par contre plusieurs autres auteurs rapportent une prédominance du côté droit [12,32,38].

Aucun mécanisme particulier ne permet d'expliquer ses tendances.

La fracture se produit sur le pied de réception lors du traumatisme.

## **6. Mécanismes et Circonstances étiologiques:**

Comprendre et décrire le mécanisme de la production des fractures du pilon tibial est particulièrement difficile en raison de la multiplication des facteurs pouvant entrer en jeu [39].

Les fractures du pilon tibial sont des fractures à haute énergie

- Elles sont dues essentiellement à des chutes d'un lieu élevé et aux accidents de la voie publique
- Elles peuvent également résulter d'un traumatisme minime en cas d'ostéopathie déminéralisante [40,141].

**Tableau XII : Répartition des fractures selon les circonstances étiologiques**

Auteurs	Chute d'un lieu élevé (%)	AVP (%)	Traumatisme Bénin(%)	Agression (%)	Accident de sport(%)
Heckel [30]	31	27	37	-	-
Mc Cann [41]	28	72	-	-	-
Topliss [42]	66	19	15	-	-
Sanders [43]	54	38	8	-	-
Liporace [44]	49	41	10	-	-
Notre série	53	33	-	7	7

La majorité des cas de fracture dans notre série résulte d'un mécanisme lésionnel à haute énergie (93% des cas).

Les étiologies ont été dominées, dans l'ordre, par la chute d'un lieu élevé, les accidents de la voie publique et par les accidents de sport. Ce constat rejoint celui de plusieurs auteurs [41-44].

L'augmentation des accidents de la voie publique, la pratique des sports extrêmes doit faire craindre l'augmentation de la survenue des fractures du pilon tibial dans les années à venir.

## IV. Données cliniques :

Nos patients se sont présentés aux urgences avec une cheville douloureuse, une impotence fonctionnelle, un œdème et parfois une déformation avec ou sans atteinte cutanée.

Un examen approfondi de la région s'en est suivi, en insistant sur l'examen vasculo-nerveux à la palpation des pouls pédieux et tibial postérieur ainsi que l'appréciation de la sensibilité, la mobilité du pied et des orteils.

Un examen soigneux de l'état cutané a été fait car de cet examen dépend l'attitude thérapeutique à adopter. Une revue de la littérature rapporte la même attitude [33,36].

### 1. Lésions cutanées :

#### 1.1. Ouverture cutanée selon Cauchoix et Duparc modifiée [9] :

Dans notre série, nous avons adopté la classification de Cauchoix et Duparc modifiée [9] pour classer l'ouverture cutanée.

**Tableau XIII: Répartition des fractures selon l'ouverture cutanée**

Auteurs	Fractures fermées(%)	Fractures ouvertes(%)
Heflet [31]	44	56
Leung [35]	81	19
Sirkin [45]	39	61
Bacon [47]	54	46
Papadokostakis [46]	39	61
Babis [48]	72	28
Manca [49]	73	27
Notre série	63	37

Dans la littérature [35,47-49], les fractures sans lésions cutanées sont les plus fréquentes, et c'est également le cas dans notre série.

**1.2. Lésions des parties molles selon Tscherne et Gotzen :**

**Tableau XIV : Répartition des fractures selon la contusion cutanée**

<b>Auteurs</b>	<b>Fractures sans lésions cutanées(%)</b>	<b>Fractures avec lésions cutanées(%)</b>
Helfet [31]	44	56
Papadokostakis [46]	39	61
Manca [49]	73	27
Notre série	60	40

Les lésions cutanées peuvent avoir un potentiel de gravité plus grand qu'une ouverture initiale franche. Leur présence impose au moins une réduction en urgence.

L'abord chirurgical, s'il est tenté, doit être le plus précoce possible et respecter les zones contuses.

Les complications locales trophiques peuvent devenir dramatiques et justifier pour certains auteurs le recours aux techniques chirurgicales de fixation externe associée ou non à une ostéosynthèse à minima.



**Figure 36: Aspect clinique d'une fracture du pilon tibial objectivant une déformation en valgus avec signes de souffrance cutanée type phlyctènes avec ecchymose et contusion sous-cutanée faisant un degré 2 selon la classification de Tscherne et Gotzen**

## V. Données radiologiques :

### 1. Radiographies standards :

Tous les malades de notre série ont bénéficié d'un bilan radiologique standard, il constitue la base actuelle, souvent suffisante, de toute exploration de la cheville [50], cependant, ce bilan est parfois limité par :

- La difficulté technique : on n'arrive pas toujours à obtenir de bons clichés ni d'incidences strictes.
- La qualité de l'image : les clichés donnent des images superposées qui gênent l'interprétation et la détection des lésions associées [51].
- l'analyse radiologique immédiate : la fracture ne peut être bien mise en évidence qu'après la réduction d'une éventuelle luxation associée.

En effet, les incidences de face et de profil centrées sur l'interligne tibio-astragalien sont suffisantes pour porter le diagnostic de fracture du pilon tibial et établir une classification anatomo-radiologique.

La radiographie doit être parfaitement bien réalisée, en urgence, chez un malade soulagé par un traitement antalgique immédiat.

Ces radiographies doivent être réalisées avant la réduction de la luxation pour éviter les problèmes médicolégaux [52] et elles doivent être répétées après une éventuelle réduction [53].

D'autres incidences complémentaires peuvent s'avérer utiles comme l'incidence de face en rotation externe à 10° du pied et l'incidence de 3/4 qui permet de dégager la superposition des traits de fractures avec la fibula.

## **2. Autres examens radiologiques :**

### **2.1. Tomodensitométrie (TDM) :**

L'exploration du pilon tibial a connu deux grandes ères : avant et après le scanner.

Celui-ci a permis de faciliter ou de changer la classification des fractures, notamment en montrant des lésions (osseuses et des parties molles) supplémentaires, dites "occultes" en radiologie standard, donc le meilleur choix du traitement (chirurgie à foyer ouvert, traitement orthopédique, fixateur externe) de ces fractures graves pour l'avenir fonctionnel de l'articulation en raison des risques d'instabilité et d'arthrose.

La planification préopératoire attentive des fractures du pilon tibial est une condition nécessaire pour un geste chirurgical réussi [53,54].

La TDM permet de choisir la voie d'abord à adopter, par la mesure de l'angle de fracture formé par l'axe tibio-fibulaire et la ligne de fracture majoritaire :

- Si l'angle de fracture est  $< 90^\circ$ , l'incision doit être latérale
- Si l'angle de fracture est  $> 90^\circ$ , l'incision doit être antéro-interne .

### **2.2. Tomographie**

Les tomographies permettent de rechercher certaines fractures parcellaires de l'astragale associées [56]. Elles ont actuellement beaucoup perdu de leur intérêt depuis l'avènement de la TDM.

Leur principal intérêt est la possibilité de réaliser des coupes de profil, mais ceci est désormais possible, en reconstruction bidimensionnelle, avec la plupart des appareils de scanner.

Pour certains auteurs, la tomographie de profil reste cependant supérieure au scanner [54].

### 2.3. IRM :

Une nouvelle ère s'ouvre grâce à l'IRM et à ses qualités : haute résolution spatiale sur les machines récentes [81], elle est considérée comme une imagerie complémentaire de la TDM, puisqu'elle expose bien précisément ce sur quoi le scanner a achoppé. Mais elle ne rapporte rien au diagnostic des fractures du pilon tibial.

Toutefois, l'usage de l'IRM est réservé à l'évaluation des lésions ligamentaires et des autres tissus mous, souvent associées aux fractures malléolaires [58].

## VI. Données anatomo-pathologiques :

### 1. Classifications :

Plusieurs systèmes de classifications ont été élaborés depuis les années 1960 [7,19 ,5961].

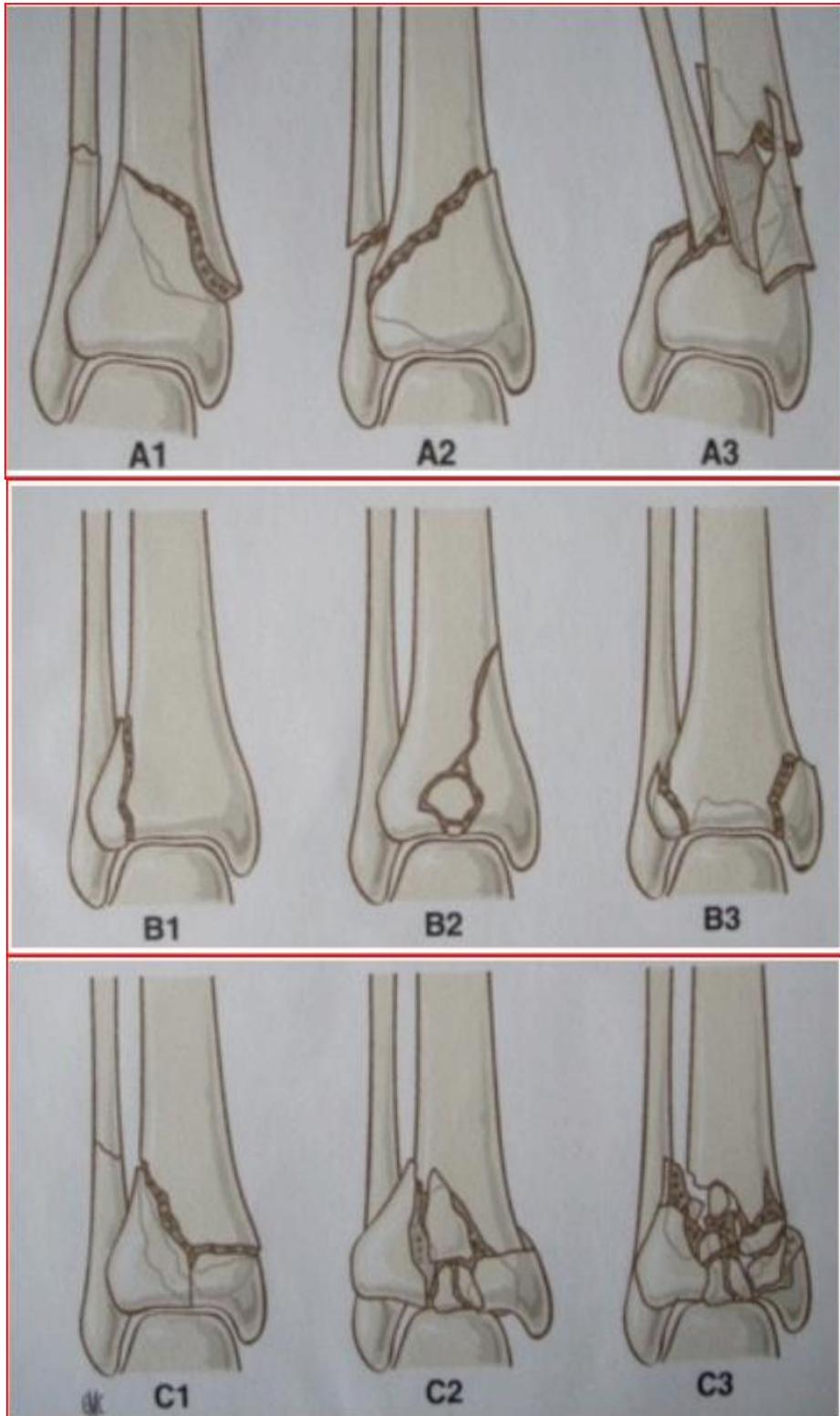
Ces classifications ont de nombreux points en commun : elles différencient les fractures extra-articulaires impliquant la métaphyse tibiale distale, de celles qui touchent la surface articulaire tibiale de façon partielle (il persiste une continuité métaphysaire avec l'une des corticales épiphysaires) ou totale où l'épiphyse est totalement séparée de la diaphyse tibiale (solution de continuité métaphysaire). Ensuite, selon que la fracture est partielle ou totale, des critères de discrimination sont ajoutés, tels que : la présence d'une impaction centrale, marginale antérieure ou postérieure, le déplacement, la comminution, etc.

Proposée à la fin des années 1960, la classification de Rüedi et Allgôwer a été probablement la classification la plus répandue et reconnue sur le plan international pour ces lésions [19,61]. Elle répartit ces fractures en trois types :

- Type I représente une fracture sans déplacement de la surface articulaire (fracture in situ, rare) ;
- Type II inclut les fractures avec un déplacement mais sans comminution osseuse (mécanisme lésionnel à prédominance rotatoire).
- Type III représente le groupe le plus complexe, avec une forte comminution osseuse associée à un déplacement des fragments (mécanisme lésionnel à prédominance compressive).

Bien que toujours utilisée, cette classification a fait progressivement place à celle de l'Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) (Annexe III ) qui est devenue le système de référence dans la littérature anglo-saxonne [60] (Association

for Osteosynthesis). Cette classification divise les fractures du tibia distal en trois types :



**Figure 37: la classification AO du pilon tibial**

– 43 type A : fractures non articulaires

Simple A1      à coin A2      complexe A3

– 43 type B : fractures articulaires partielles :

Séparation B1    enfoncement B2    Dissociation B3

– 43 type C : fractures articulaires totales :

Séparation C1    Impaction–comminution C2    Dissociation C3

Elle est descriptive et à visée pronostique.

Le nombre 43 précède le type (A, B ou C) .

le chiffre 4 est celui du tibia dans la nomenclature de l'AO .

Le chiffre 3 qui le suit est celui de l'extrémité distale.

Chaque type (A, B ou C) est subdivisé en trois groupes basés sur le degré de comminution.

Chaque groupe est à son tour divisé en trois sous–groupes en fonction d'autres caractéristiques de la fracture, telles que la direction, la description ou la localisation d'un trait de fracture, la présence ou l'absence d'impaction métaphysaire asymétrique, la localisation et le degré de comminution.

Il y a ainsi 24 sous–groupes en tout qui constituent un nombre important et difficile de situations à gérer sur le plan théorique.

Profondément inspirée des travaux de Vives, Hourlier (Annexe IV) et DeLestang ainsi que de l'analyse de Gay et Evrard, une nouvelle classification a été mise au point à l'occasion du symposium de la société française de chirurgie orthopédique et de traumatologie (SOFOT) de 1991 consacré aux fractures du pilon tibial [7].

Cette classification repose sur des critères simples en distinguant les fractures incomplètes ou partielles des fractures complètes ou totales [59,62,63] .

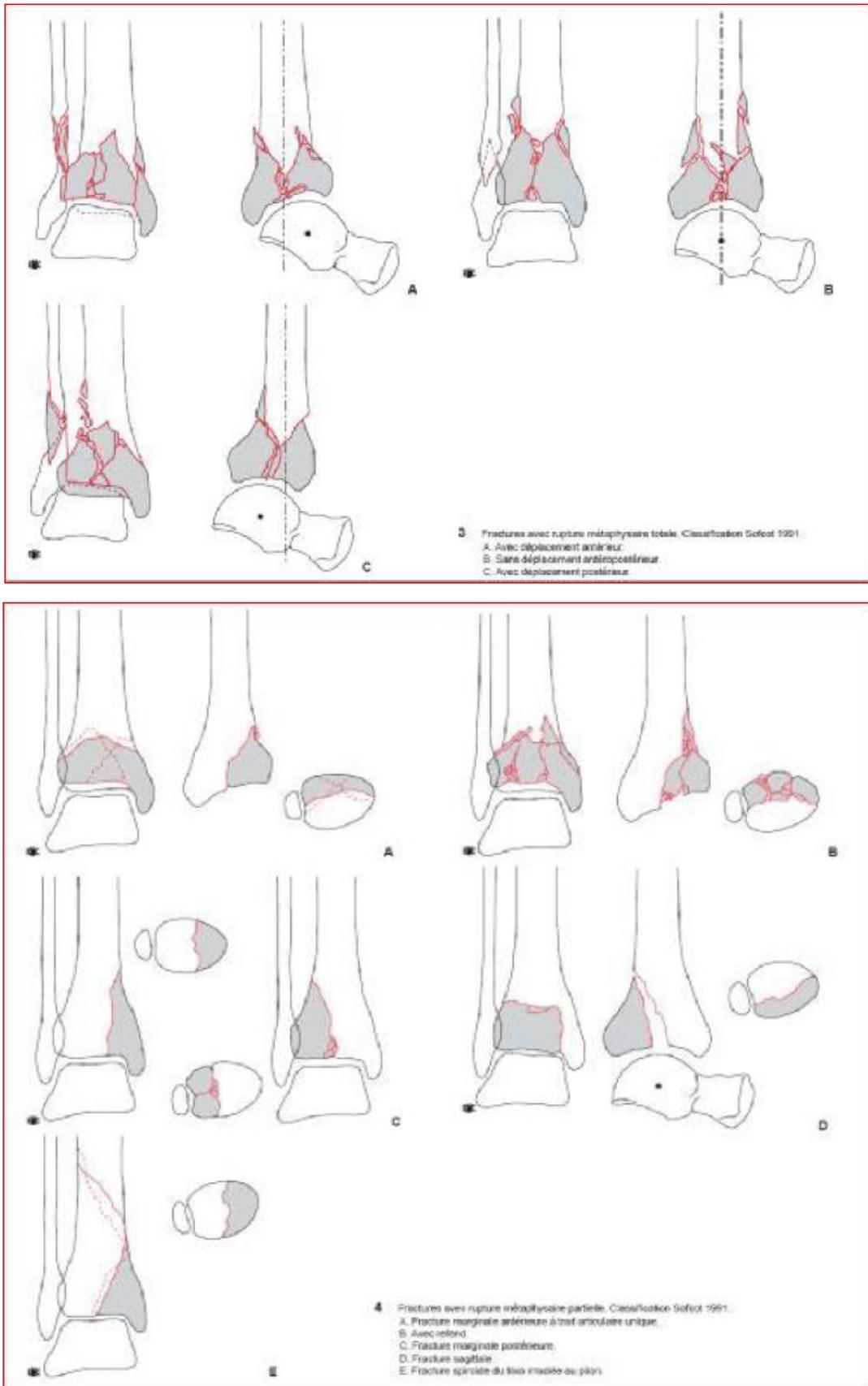
Ensuite interviennent des critères de discrimination spécifiques à chaque

catégorie tels que : L'impaction marginale antérieure ou postérieure, les traits sagittaux (interne ou externe), le déplacement, etc.

Ce système permet d'obtenir une série d'informations précises sur le caractère de la fracture. Une comparaison stricte à d'autres séries n'est pas facile du fait de la multitude des classifications

#### Classification de la sofcot

- Fracture avec rupture métaphysaire totale :
  - A : avec déplacement antérieur.
  - B : sans déplacement antéro-post.
  - C : avec déplacement post.
- Fracture avec rupture métaphysaire partielle :
  - A : fracture marginale antérieure à trait articulaire unique.
  - B : avec refend.
  - C : fracture marginale post.
  - D : fracture sagittale.
  - E : fracture spiroïde du tibia irradiée au pilon.



**Figure 38: Classification de la SOFCOT [7]**

Dans notre étude nous avons adopté la classification de SOFCOT.

Elle nous a permis d'obtenir 37% de fractures à rupture métaphysaire incomplète (marginale antérieure, marginale postérieure, sagittale, sapiroïde irradiée au pilon tibial) et 63% de fractures à rupture métaphysaire complète (avec déplacement antérieur, sans déplacement antéropostérieur, avec déplacement postérieur).

Nous constatons qu'importe la classification utilisée, une revue de la littérature rapporte que le taux de fractures avec rupture métaphysaire totale est plus important que celui de fractures avec rupture métaphysaire incomplète ou partielle [12,38].

Ceci concorde avec les résultats de notre étude

## **2. Lésions associées :**

### **2.1. Lésions osseuses :**

L'importance de la pince bimalléolaire explique la fréquence de l'atteinte de la fibula.

Le niveau de la lésion dépend du mécanisme de production :

Dans les mécanismes par rotation, flexion dorsale et compression, l'atteinte de la fibula est sus- ligamentaire, alors qu'elle est sous ligamentaire dans les mécanismes en adduction [64].

Cette lésion intervient dans la hiérarchie de l'intervention. En effet, l'ostéosynthèse première de la fibula permet de rétablir la longueur du membre inférieur.

Dans notre série, les lésions osseuses associées ont été marquées en majorité par les fractures de la fibula (57% des patients).

**Tableau XV: Répartition selon l'atteinte associée de la fibula**

Auteurs	Fracture de la fibula
Arlettaz [12]	70%
Jansen [57]	85-90%
Babis [48]	85-90%
Conroy [34]	78%
Conroy [34]	80%
Sanders [43]	64%
Dr.Faiz [92]	64%
Notre série	57%

Dans une série de 197 fractures du pilon tibial, Barei [65] a voulu savoir s'il existait une corrélation radiologique dans la sévérité des fractures du pilon tibial associées ou non à une fracture de la fibula. Il a constaté que les fractures du pilon tibial associées à celles de la fibula sont plus graves.

Les fractures de la fibula sont le plus souvent associées aux fractures complètes complexes avec comminution articulaire.

Il conclut qu'il n'existe pas de différence de gravité dans ce type de fracture avec ou sans fracture de la fibula associée.

## **2.2. Atteinte d'autres systèmes :**

Les fractures du pilon tibial surviennent le plus souvent dans un contexte de traumatisme à haute énergie, ce qui témoigne de la fréquence des lésions associées [12,30].

## **VII. Traitement chirurgical :**

Les fractures du pilon tibial demeurent un challenge difficile pour le chirurgien, imposant une grande prudence associée à une connaissance parfaite des possibilités thérapeutiques actuelles.

Ce sont des fractures graves en raison de plusieurs facteurs, Elles sont généralement comminutives et associées à des lésions des parties molles qui aggravent le pronostic [7].

Le choix du type de traitement se base sur le bilan initial clinique et radiologique.

Les lésions cutanées sont un facteur de risque important précoce et secondaire en raison de la vascularisation cutanée précaire de cette région.

La restauration de la congruence articulaire tibio–astragalienne est la seule garantissant d'une bonne fonction de la cheville, pour cette raison le traitement chirurgical, en raison des possibilités limitées des méthodes non opératoires, représente la thérapeutique de choix [67].

Une expérience de Liporace [44] prouve qu'il faut dans ces fractures procéder en deux temps : une première intervention en urgence servira à une réduction et stabilisation provisoire. Ce n'est qu'après disparition de l'œdème (7–12 jours) que l'ostéosynthèse définitive sera exécutée sur une peau nette par un opérateur expérimenté.

## 1. Délai opératoire :

Dans notre série le délai thérapeutique moyen était de 10jours ; le plus court était d'un jour et le plus long était de 26 jours.

Une expérience de Bastian prouve qu'il faut dans ces fractures procéder en deux temps : une première intervention en urgence servira à une réduction et stabilisation provisoire. Ce n'est qu'après fonte de l'œdème (7-12 jours) que l'ostéosynthèse définitive sera exécutée sur une peau nette par un opérateur expérimenté.

La disparition des plis cutanés, l'impossibilité de palper les repères osseux anatomiques ou un délai supérieur à six heures séparant le traumatisme de la prise en charge chirurgicale contre-indiquaient l'intervention immédiate.

Le traitement chirurgical des fractures du pilon tibial doit être entrepris en urgence immédiate, sinon c'est une urgence différée. Pour plusieurs raisons :

- L'œdème post-traumatique qui fait souffrir la peau.
- L'importance de la comminution.
- Le mauvais état des parties molles dû à la souffrance cutanée ou même à une ouverture par le grand déplacement fracturaire.

**Tableau XVI: Délai opératoire selon les auteurs**

Auteurs	Délai opératoire
Borrel [73]	15-21j
Boer [74]	10-14j
Boer [74]	11.3j
Helfet [31]	7.3j
Notre série	10j

## **2. Voies d'abord :**

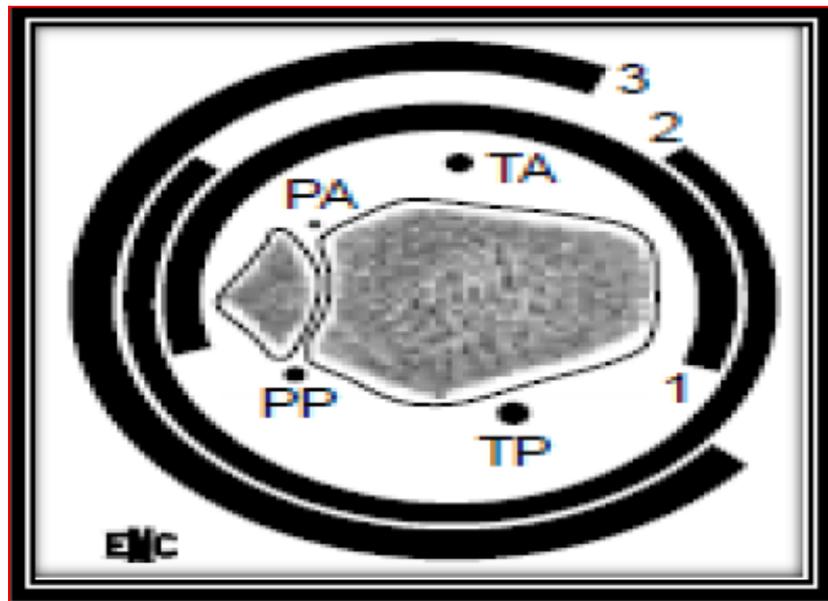
Il est important de rappeler qu'il n'existe aucune insertion musculaire sur le pilon tibial comme sur l'astragale, rendant sa vascularisation précaire.

On rappellera les vascularisations séparées pour les zones épiphysaires et métaphysaires :

- Système artériel osseux métaphysaire : plexus anastomotique péri métaphysaire avec apport direct par la tibiale postérieure et les péronières et apport indirect par la tibiale antérieure ;
- Système artériel osseux épiphysaire, de trois types :
- Artères épiphysaires directes issues de la tibiale postérieure et de la péronière postérieure ;
- Artères capsuloépiphysaires : tibiale antérieure pour la capsule antérieure de l'articulation tibiotarsienne ou artères péronières pour l'articulation péronéotibiale inférieure ;
- Artères métaphysoépiphysaires périostées, de rôle plus modeste.

La vascularisation cutanée est issue de deux plexus sus-aponévrotiques

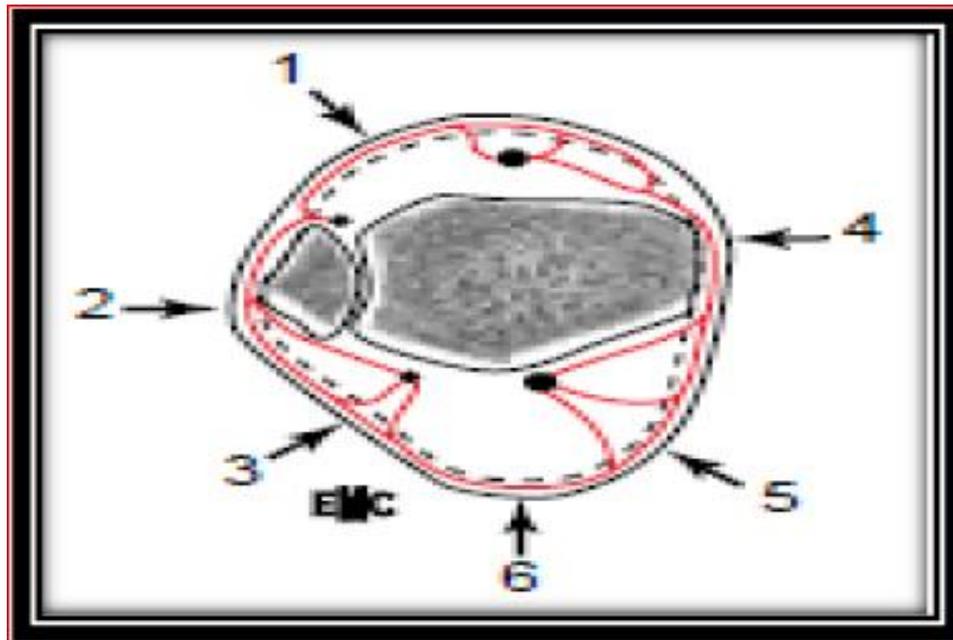
- Antérieur, issu des tibiales antérieures et péronières antérieure.
- Postérieur, issu des tibiales postérieures et péronières postérieures.



**Figure 39: Vascularisation cutanée**

1. Injection de la tibiale antérieure (TA) ;
2. Injection de la tibiale postérieure (TP)
3. Injection de l'artère péronière antérieure (PA)

Cette disposition anatomique a donc des implications thérapeutiques évidentes (Figure 40), imposant une analyse parfaite des traits de fracture permettant ainsi d'en déduire la voie d'abord la moins iatrogène [76].



**Figure 40: Voies d'abord idéales, les flèches indiquent les zones privilégiées d'incision cutanée**

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Voie antérolatérale   | 4. Voie médiale ;        |
| 2. Voie latérale         | 5. Voie postéro médiale  |
| 3. Voie postéro latérale | 6. Voie postérieure [76] |

Comme toute fracture articulaire, les fractures du pilon tibial devraient bénéficier d'une réduction anatomique afin de rétablir la congruence tibio-astragaliennne.

Cette orientation chirurgicale systématique doit toutefois être tempérée par plusieurs facteurs [34] :

- La peau : la zone métaphyso-épiphysaire est située directement sous la peau et tout décollement intempestif peut compromettre sa vitalité ;
- La multiplicité des fragments ;

Quelques impératifs de base doivent être précisés avant de décrire les principaux abords chirurgicaux [76] :

- L'incision doit être centrée sur le fragment le plus gros ou le plus déplacé, car sa réduction exacte conditionne la totalité de la reconstruction

épiphysaire.

- Il faut à tout prix éviter de traumatiser la peau par des écarteurs agressifs et pour cela il faut réaliser de larges incisions permettant une exposition généreuse ;
- Il est nécessaire de respecter une distance minimale de 6cm entre deux incisions verticales ;
- L'arthrotomie est indispensable pour contrôler les surfaces cartilagineuses
  - Le matériel de synthèse ne doit pas être trop épais et ne pas faire saillie sous la peau.

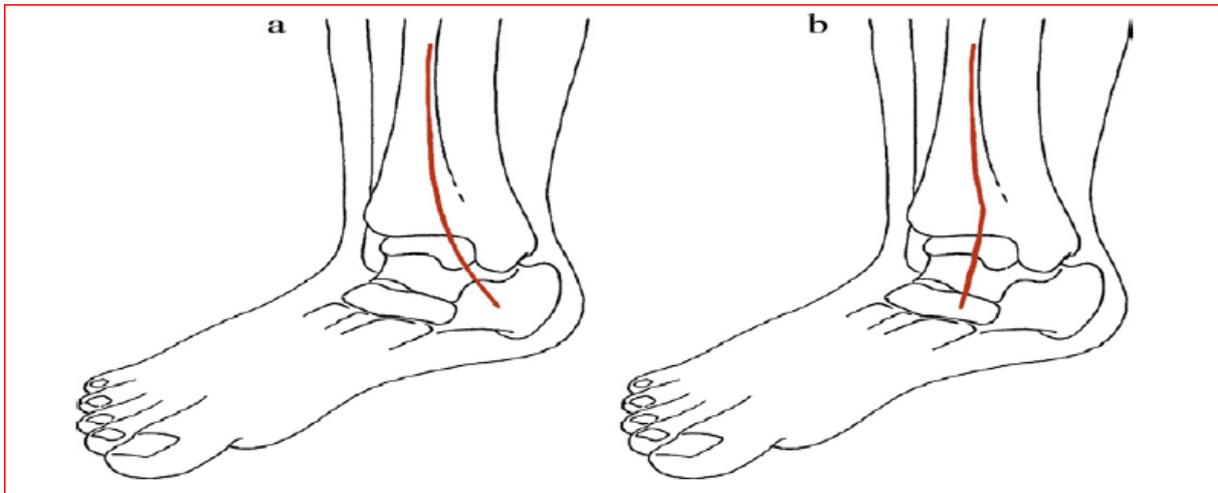
Donc le choix de la voie d'abord doit être bien réfléchi, car il conditionne, pour une grande part, les suites de l'intervention et le résultat anatomique [77].

### **2.1. Voie antéro-médiale [78] :**

L'approche antéro-médiale est la plus classique, la partie distale peut être courbée légèrement en antérieur ou en postérieur au-dessous de la malléole interne. Ceci peut être adapté individuellement selon le type de fracture.

Pour gérer une fracture complexe de la malléole, il sera nécessaire que la courbe de l'approche soit postérieure sous la pointe de la malléole, malgré que le contrôle de la partie antérolatérale du pilon ne sera pas optimal.

En revanche, il existe une variété courbée en antérieure pour cette approche qui permet de mieux contrôler le pilon et peut être utilisé en cas de fracture malléolaire simple associée.



**Figure 41: Approche antéro-médiale**

- a. classique, légèrement courbée en arrière au-dessous de la malléole interne
- b. une variante incurvée en avant.

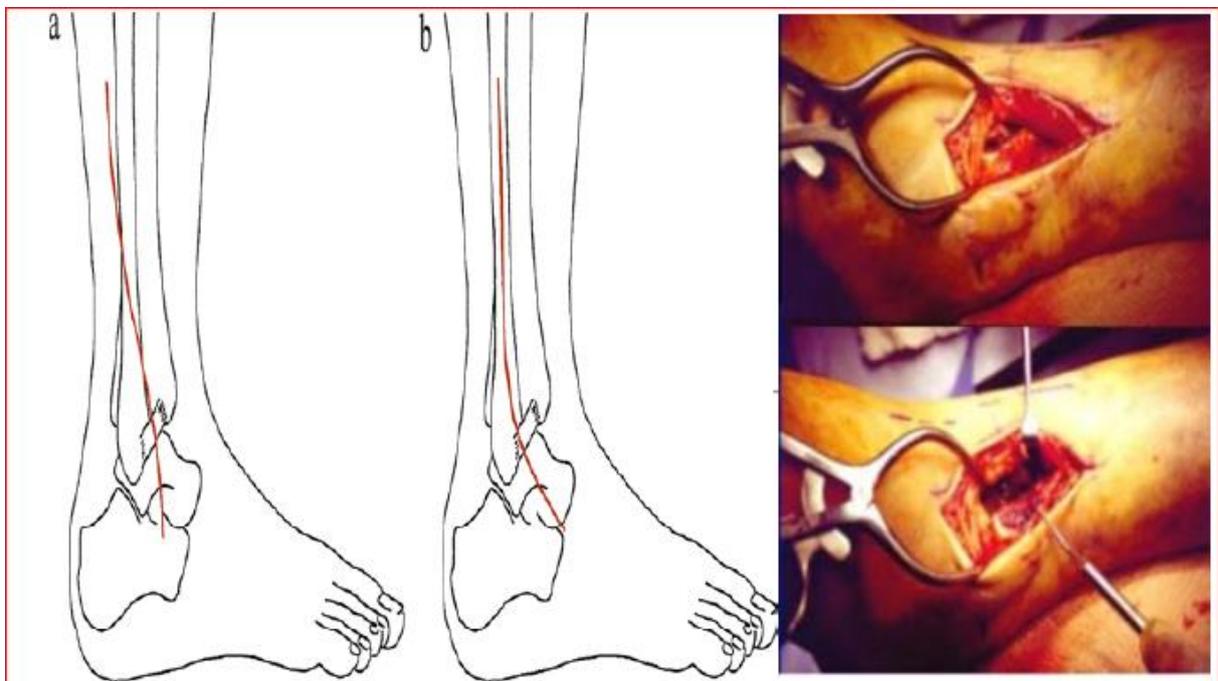


**Figure 42 : Aspect d'une plaie postopératoire d'une fracture du pilon tibial opérée par voie d'abord antéro-médiale**

## 2.2. Voie latérale : [79]

Pour cette approche il existe aussi deux options :

- Celle qui est classique descend derrière la fibula, traversant obliquement le long de cette dernière et se termine en regard de la syndesmose. Cela permet à la fois la fixation de la fibula et le contrôle du Tubercule de Chaput .Avec cette approche, il est même possible de faire glisser une pince pointue à travers les tissus mous derrière la malléole externe à la postéro-latérale tubercule tibial.
  - Une autre option consiste à effectuer une approche verticale suivant la fibula et courbé antérieurement à l'extrémité distale, mais avec cette incision, il sera impossible de contrôler la pointe de la malléole externe
- La voie d'abord antéro-externe a été adoptée par plusieurs auteurs ;Vives [59],De Lestang [54],De Boer [74].



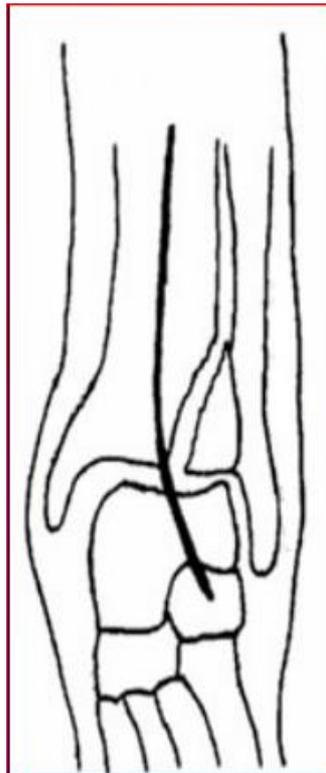
**Figure 43: Approche latérale**

- a. Classique, traversant la fibula et la malléole latérale
- b. Une variante incurvée en avant

### 2.3. Voie antéro-latérale [fig.12] :

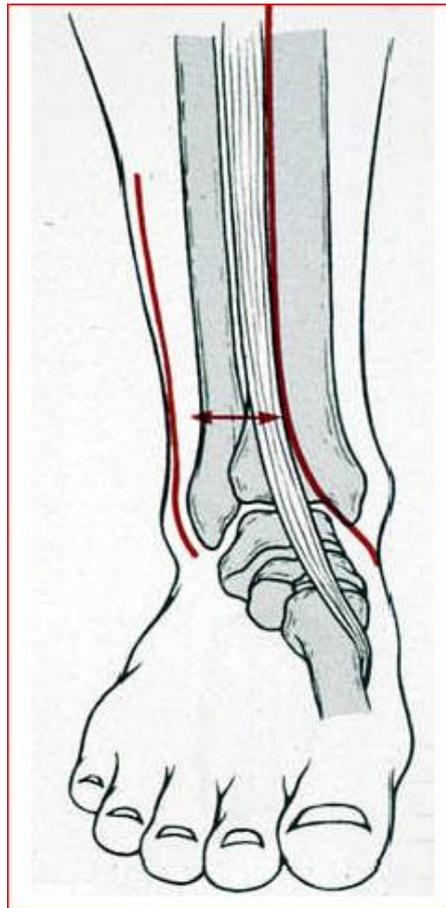
La voie antéro-externe comporte les mêmes avantages que la voie postéro-externe, car la peau est en général bien irriguée par de nombreux vaisseaux, et l'os est protégé par les muscles de la loge antérieure.

décrite par Vivès, Delestang et Hourlier, elle est préconisée pour les fractures à déplacement antéro-externe .



**Figure 44: Approche antéro-latérale**

Entre les deux approches antéro-médiale et antéro-latérale si elles sont associées on doit maintenir une distance minimale de **sept centimètres** pour éviter de traumatiser davantage le tissu cutané [80] , mais on devrait aussi considérer que ce pont antérieur est comme un lambeau pédiculé qui permet d'éviter toute dissection et / ou traction sur l'artère tibiale antérieure durant l'intervention chirurgicale .

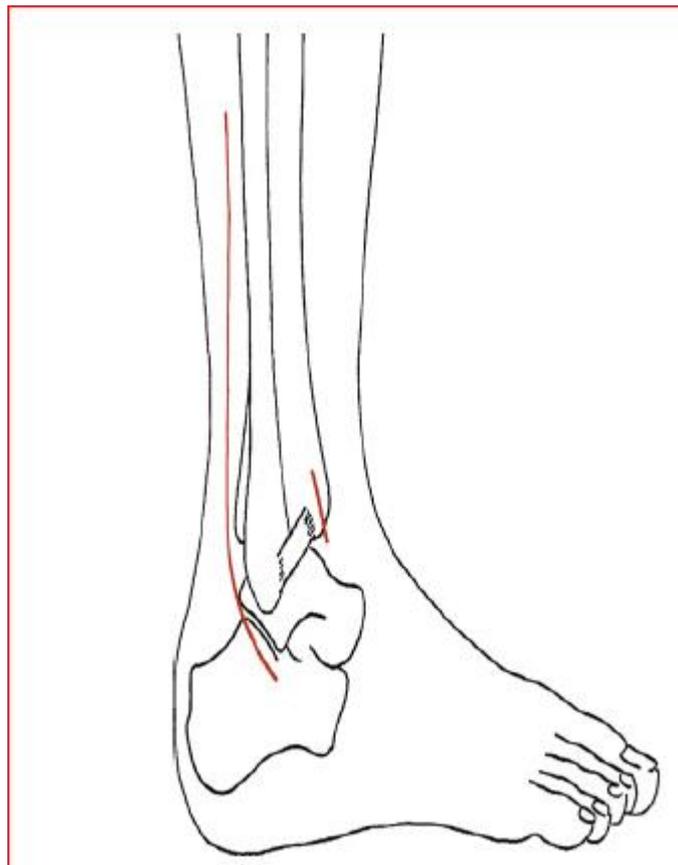


**Figure 45: Schéma illustrant la distance qui doit séparer les deux incisions du pilon tibial. Elle doit être de 6-7 cm. [34]**

#### 2.4. Voie postéro-latérale :

Une approche postéro-latérale peut être utilisée dans des cas spécifiques, permettant ainsi un contrôle métaphysaire optimal de la tubérosité postéro-latérale. Un contrôle de la surface articulaire est très difficile à travers cette voie isolée.

Cette approche peut être combinée à une incision directe en regard du Tubercule de Chaput.



**Figure 46 : Approche postéro-latérale généralement associée avec au moins une incision minime pour contrôler le tubercule de Chaput**

Elle est généralement combinée avec au moins une incision de couteau pour contrôler la Chaput'stubercle. (Malléole postérieure Bhattacharyyatt [81] rapporte des complications liées à l'usage de la voie d'abord postéro-latérale: 47% des patients de sa série ont développé des complications (infections, fusion articulaire, non union...).

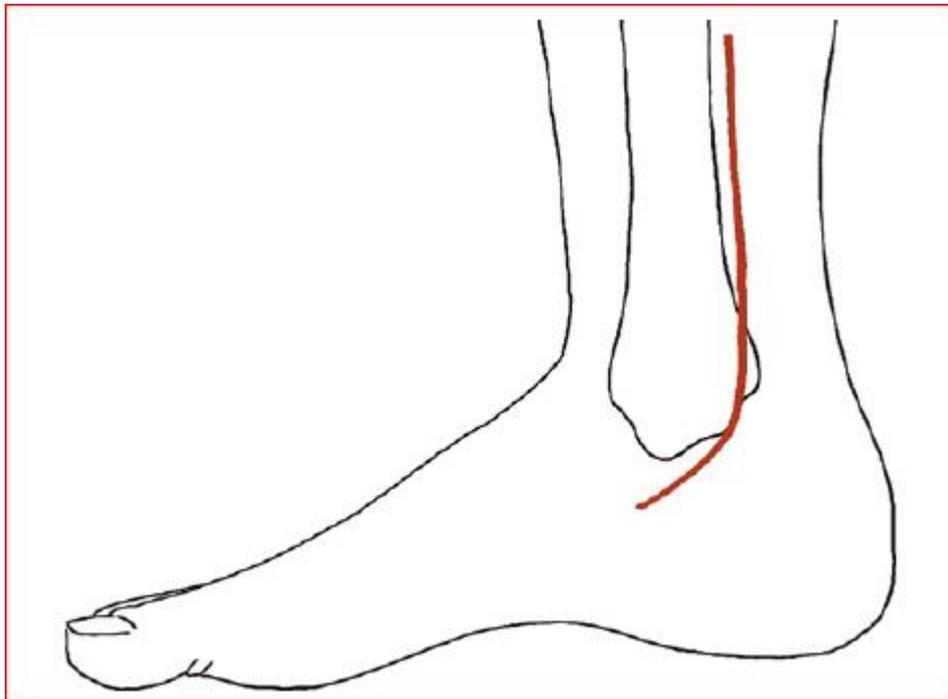
Ce dernier conclue qu'elle ne permet pas d'éliminer les complications liées aux autres voies d'abord mais la recommande comme voie de substitution si l'état cutané ne permet pas l'utilisation des autres voies. )

### **2.5. Voie postéro-médiale:**

Cette approche est rarement utilisée.

Il n'y a presque aucun moyen pour contrôler la surface articulaire et les tissus mous ; tendons et paquets vasculo-nerveux sont difficiles à gérer.

Elle peut être réalisée en cas de dégâts postérieurs importants inaccessibles à un vissage antérieur en rappel [52].



**Figure 47: Approche postéro-médiale.**

Dans notre série, nous avons constaté que la voie antéro-médiale est la voie la plus utilisée dans avec un taux de 57%. En effet cette voie a été adoptée par plusieurs auteurs : HEIM [68] , MANDRACCHIA [82] , ARLETTAZ [12] , HELFET[34] et SIRKIN [75] , suivie de la voie antérolatérale avec un taux de 37%.

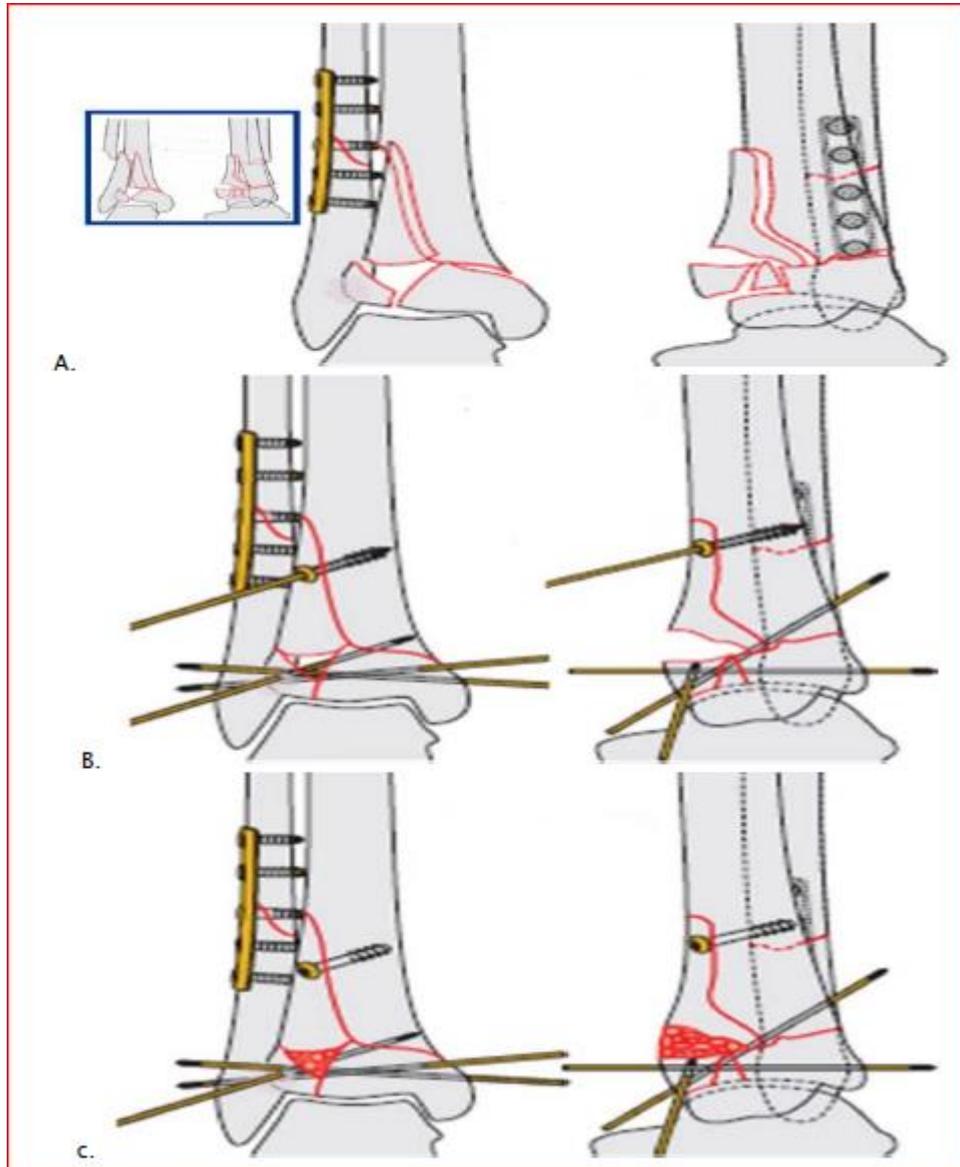
### **3. Modalités thérapeutiques :**

Le traitement chirurgical fait appel à différents moyens et méthodes

#### **3.1. Fixation interne :**

Les travaux de Heim [68] ont subdivisé les moments de l'ostéosynthèse interne en 4 temps :

- a. Ostéosynthèse de la fibula pour redonner de la longueur à la jambe, évoquée par Rieunau et Gay,
- b. Réduction anatomique de la surface articulaire tibiale,
- c. Comblement du déficit spongieux par une greffe autologue,
- d. Appui interne et réunion épi-métaphysaire à la diaphyse (ostéosynthèse stable du pilon tibial)



**Figure 48: Les quatre temps de l'ostéosynthèse interne**

- A. Réduction anatomique primaire de fibula par une plaque tiers tube
- B. Ostéosynthèse du tibia par des broches remplacées si nécessaires par des vis
- C. Comblement du défaut osseux.

**a. Ostéosynthèse de la fibula:**

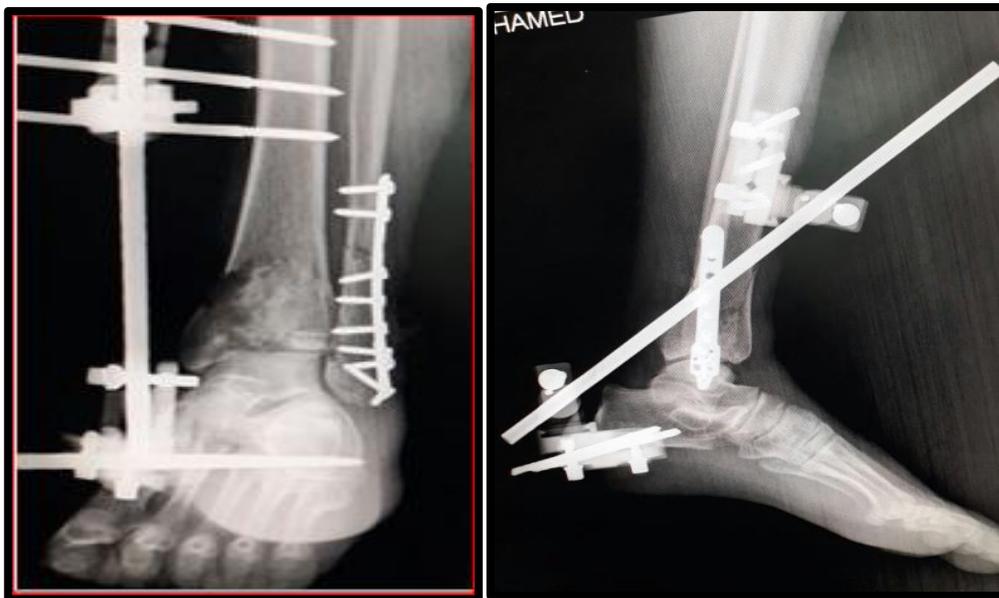
Dans le cas d'une fracture de la fibula, habituellement au-dessus de la syndesmose, les ligaments tibio-fibulaires distales sont intacts dans la majorité des cas. Par conséquent, une réduction de la fibula contribue au processus de ligamentotaxis et fournit des indicateurs de réduction pour la fracture du tibia. Ceci est particulièrement utile pour l'obtention d'une longueur normale de la partie latérale du tibia dans le plan frontal, alors que, dans le plan sagittal, les ligaments tibio-fibulaires ne peuvent pas empêcher son inclinaison [78].

Afin d'être un guide fiable pour la reconstruction du tibia, la fibula doit être réduite anatomiquement,

L'ostéosynthèse par plaque est la technique la plus utilisée [43], des techniques percutanées de stabilisation (Brochage, Vissage) ont été proposées, Il est généralement nécessaire de tourner la plaque pour éviter une mauvaise réduction rotatoire. Un embrochage axial par une broche de Kirschner doit être évité [83].

Dans le cas d'une fracture comminutive de la fibula, il est nécessaire de la fixer à l'aide d'une plaque après la reconstruction du tibia.

Rarement, la fracture fibulaire est accompagnée d'une rupture des ligaments tibiofibulaires distaux [80,86], dans ce dernier cas sa fixation n'aide pas à la reconstruction du tibia.



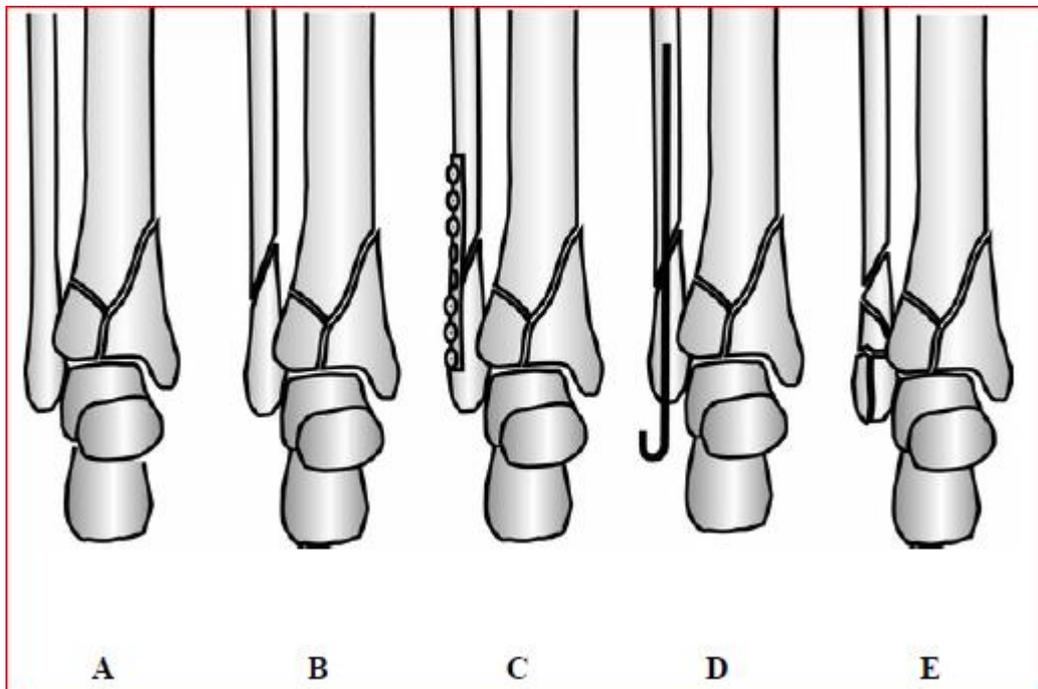
**Figure 49: Rx de la cheville gche face(a) et de profil(b) objectivant une fracture du pilon tibial comminutive associée à une fracture du péroné distal traité par une plaque spéciale fibulaire en un premier temps puis réduction fixation par un fixateur externe type HOFFMAN tibio clacanén en un seul hémi cadre**

**b. Réduction anatomique du foyer de fracture :**

La méthode de l'AO consiste en un premier temps en une reconstruction épiphysaire, toujours difficile .

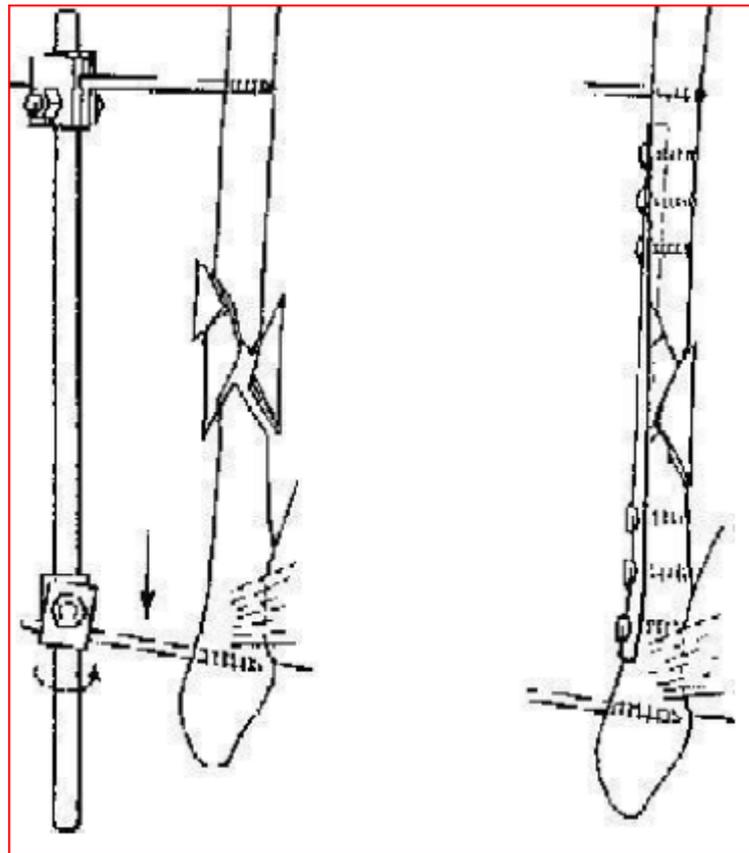
Pour assurer une bonne réduction, les petits fragments sont plaqués sur la poulie astragaliennne comme sur un moule et maintenus par de petites broches provisoires.

Le deuxième temps consiste en une reconstruction épiphyso-métaphysaire, en réduisant les fragments malléolaires internes et en les fixant à l'aide de broches ascendantes épiphysodiaphysaires.



**Figure 50: Les différentes variantes de l'atteinte du péroné et les traitements pouvant être utilisés.**

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| A. fibula intacte;              | D. fixation intramédullaire.                         |
| B. fibula fracturée             | E. comminution importante : fixation impossible.[54] |
| C. traitement par plaque vissée |  |



**Figure 51: Réduction indirecte d'une fracture comminutive de la diaphyse du péroné à l'aide d'un petit fixateur qui corrige longueur et rotation. A droite, plaque vissée sur les fragments principaux. On n'a pas touché à la comminution [51].**

**c. Comblement du défaut spongieux :[114-115-36-116]**

Si la réduction a révélé une perte de substance métaphysaire importante une greffe d'os spongieux peut être effectuée à l'aide d'une autogreffe iliaque ou tibiale.

La greffe osseuse apparaît moins nécessaire en cas de chirurgie mini-invasive, l'absence d'abord du foyer de fracture métaphysaire permet de conserver l'hématome fracturaire et augmente les chances de consolidations précoces du patient [87].

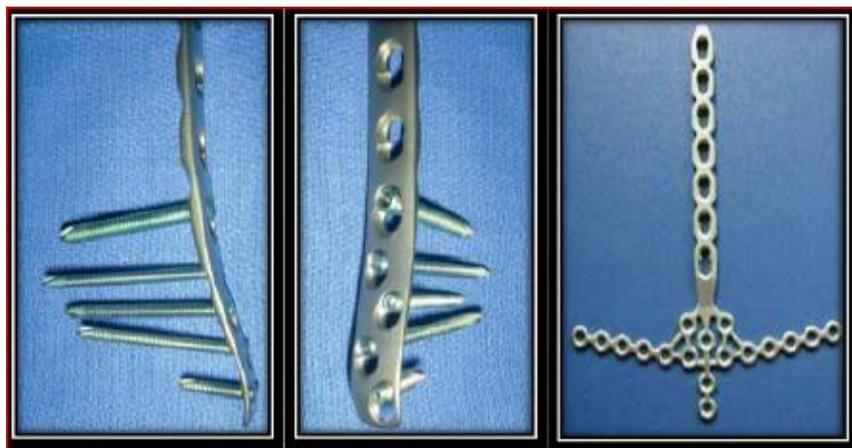
De nombreux auteurs tels que Arlettaz [12], Babis [88] préfèrent utiliser la greffe osseuse en un seul temps alors que Brad Wyrsh [89] préfèrent greffer les fractures ouvertes à la 6ème semaine et les fractures fermées immédiatement.

#### **d. Ostéosynthèse du pilon tibial :**

Cette étape consiste en une stabilisation par l'application d'une plaque d'ostéosynthèse interne, le matériel utilisé dans notre service pour ce type de synthèse est la plaque mince en 'T'ou anatomique fixée par des vis corticales 3.5 et spongieuses 4 (prévues également pour le vissage cortical 4.5 sur la portion diaphysaire);celle-ci s'applique et prend la forme de la pièce osseuse réduite.

Un gros fragment postérieur non réduit peut être vissé en rappel.

D'autres plaques peuvent être employées :plaque en tréfle plaque en L plaque console postérieure, en particulier dans les fractures partielles, ou vissage isolé compressif.



**Figure 52: Plaque métaphysaire tibial distal LCP**



**Figure 53: plaque en L pour pilon tibial**

L'ostéosynthèse par enclouage centro-médullaire a été décrite initialement pour les fractures diaphysaires des os long du membre inférieur et reste d'actualité en tant que telle [156].

Certains auteurs ont proposé de l'entendre aux fractures du tibia en zone métaphysaire [34,78]. Ces dernières années, de nouveaux clous sont apparus dédiés spécifiquement à l'ostéosynthèse des fractures du quart distal du tibia, y compris les fractures du pilon tibial.

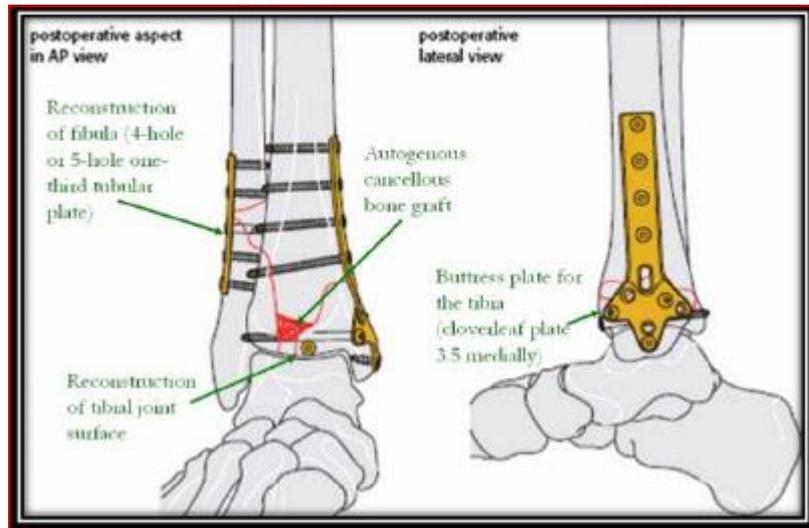
L'enclouage reste limité cependant aux fractures de type 42.3 A et C1 de la classification de l'AO.

Il faut également noter que les fractures comportant un refend déplacé de la marge antérieure du tibia doivent être exclues du traitement par enclouage.

La synthèse de la fibula doit être proposée lorsque le trait est distal par rapport à celui du tibia. Une simple broche élastique peut suffire. Une plaque tiers de tube ou l'utilisation d'une plaque métaphysaire à vis verrouillées permet une synthèse rapide de la fibula.

Dans la plupart des cas, lorsque la synthèse par enclouage centromédullaire est choisie, la synthèse de la fibula est négligée. Elle n'est réalisée dans 7% à 15% des cas. Ce choix est justifié par la réduction préalable du tibia et le double verrouillage distal [14].

La réduction des fractures de notre série s'est faite en majorité par des plaques vissées isolées 61% des fractures traitées par ostéosynthèse interne (16 plaques T) suivi par un vissage simple (22%). Les autres moyens que nous avons utilisés sont représentés par des plaques+(Vis/Broches) (9% des fractures) et des vis+des broches (8% des fractures).



**Figure 54: Les quatre étapes traditionnelles de reconstruction**

**e. Fermeture de la plaie opératoire :**

C'est un temps capital de l'intervention, car il faut éviter toute tension et suturer une peau parfaitement vitale. D'après Leone [90], la fermeture de la plaie opératoire doit commencer par la voie d'abord tibiale, puis fibulaire et ceci pour deux raisons :

1. Il faut couvrir le matériel d'ostéosynthèse tibial.
2. Il faut éviter la survenue de la nécrose cutanée secondaire car la peau à ce niveau est fine et mal vascularisée.

D'autres auteurs envisagent deux situations :

- si les deux plaies opératoires sont bien saignantes et peuvent être fermées sans tension, on procédera à la fermeture primaire des 2 voies.
- Si par contre, il y a des lésions cutanées à risque avec un état vasculaire douteux des plaies opératoires, il faut fermer en premier la voie tibiale et rapprocher le tissu sous-cutané de la voie péronière tout en laissant la peau à la cicatrisation dirigée [66-77-91].

Dans notre série, la fermeture de la plaie a été réalisée immédiatement dans tous les cas.

### 3.2. Fixation externe :

Le traitement par fixation externe des fractures du pilon tibial est en fait une “amélioration” du traitement orthopédique par extension continue, puisqu’il utilise le même principe de ligamentotaxis pour la réduction, qu’il immobilise de façon plus rigide en pontant l’articulation tibio-tarsienne, tout en permettant une mobilisation précoce du patient [92,93].

La mise en place du fixateur externe répond aux principes généraux de la fixation externe, mais quelques détails méritent d’être précisés :

- Le montage est tibio-calcanéen (en double cadre ou en V) ;
- Les barres de distraction-compression permettent de corriger des défauts d’axe résiduels ;
- Le positionnement du montage se fait de manière à ce qu’il ne compromette ni la réalisation ultérieure d’un lambeau de couverture, ni l’analyse radiologique par superposition sur le foyer ou l’interligne articulaire (sinon il faut prévoir au moins une possibilité d’allègement transitoire du montage) ;
- On y associe volontiers une attelle élastique antiéquin de l’avant-pied.

Selon Babis [48] (série de 48 patients), la fixation externe définitive présente moins de risque de survenue de complications, comparativement aux données de la littérature, de ce fait en cas d’une fracture ouverte du pilon tibial ou d’une fracture fermée avec lésions cutanée à risque ou à comminution majeure la fixation externe reste un excellent choix thérapeutique ,à cet avis adhère plusieurs autres auteurs [94-98].

Dans notre série, il a été utilisé dans 33% des cas pour des fractures complexes dont l’état cutané et la présentation de la fracture ne permettaient pas un recours à l’ostéosynthèse interne ou à une traction.

**a. Type de fixateur :**

Il existe plusieurs types de fixateurs externes, On distingue généralement les fixateurs statiques, qui sont présentés essentiellement par le fixateur d'Hoffmann, et les fixateurs dynamiques, présentés essentiellement par le fixateur d'Ilizarov et l'Orthofix.

**a.1. Fixateur externe d'Hoffmann :**

Son montage se fait en double cadre tibio-calcanéen pontant l'articulation tibioastragalienne et sous astragalienne.

L'avantage de cette technique est qu'il n'est pas indispensable de réaliser une réduction préalable à la mise en place des fiches, La réduction se fait par ostéotaxis lors du montage du fixateur. En plus il n'est pas trop encombrant, facilitant par la suite les soins locaux et la réalisation des gestes telles que l'ostéosynthèse à minima, une greffe osseuse secondaire et surtout la réalisation des gestes plastiques de couverture.

- Le montage : Deux ou trois fiches transfixiantes sont placées dans la grosse tubérosité du calcanéum, dans un plan horizontal. Au niveau du tibia on peut mettre en place deux ou trois fiches transfixiantes horizontales dans un plan frontal ; elles sont placées de dehors en dedans, afin d'éviter le paquet tibial antérieur. Le fixateur est placé en deux groupes orthogonaux de trois fiches : l'un à point d'entrée antéro-externe, est orienté en arrière et en dedans, l'autre à point d'entrée antéro-interne, est orienté en arrière et en dehors. Les fiches calcanéennes sont fixées sur le versant externe. Les fiches tibiales et calcanéennes seront finalement solidarisées par un montage en triangulation.



**Figure 55: Image montrant les différentes composantes du fixateur externe d'Hoffman**

#### **a.2. Fixateur Orthofix :**

Le fixateur externe orthofix est un fixateur dynamique axial permettant le respect et l'optimisation du processus physiologique de guérison naturel de la fracture en préservant le foyer fracturaire et en permettant une excellente stabilité durant la période initiale immédiatement après la fracture, ainsi il permet de réduire les complications par le respect de la biologie osseuse.

Le système orthofix peut être décrit comme le suivant :

- Les fiches sont placées sur chaque segment osseux suffisamment éloignées du foyer fracturaire.
- Il offre une rigidité comparable à celui du fixateur double cadre d'Hoffmann. Cette stabilité provient d'une part de l'alignement du corps du fixateur avec l'axe de la diaphyse tibiale, d'autre part de la rigidité inhérente au matériel et aux fiches et par ailleurs de la géométrie des fiches.

La possibilité de bloquer le corps en mode rigide, la mobilisation et la mise en

charge précoce favorisent la régénérescence osseuse.

- Le corps du fixateur fut conçu en deux parties, l'une d'elles pouvant coulisser à l'intérieur de l'autre selon une direction axiale. Les deux parties du corps du fixateur étaient verrouillées ensemble en serrant la vis de verrouillage du corps central pour former un seul ensemble rigide après installation du montage.

On distingue les fixateurs orthofix monolatéraux et orthofix hybrides.



**Figure 56: L'Orhtofix hybride**

### **a.3. Fixateur externe dynamique d'Ilizarov :**

A la différence des autres types de fixateurs externes qui imposent un pontage de l'articulation tibiotarsienne, le fixateur circulaire permet un montage tibio-tibial grâce à la finesse de ses broches de fixation qui peuvent ainsi être placées dans l'épiphyse tibiale distale [99-100] .

Le fixateur circulaire de type Ilizarov ainsi assemblé autorise la mobilisation de la cheville (avec son effet de « modelage » des surfaces articulaires) et la mise en

charge précoce. Un autre avantage du matériel d'Ilizarov est la possibilité de réduction et de désimpaction des fragments articulaires (à travers un abord à minima) qui sont ensuite fixés à l'aide des broches à olives [47101].

- Le montage :
  - Il faut mentionner d'abord que la réduction préalable de la fracture est indispensable : elle se fait sur table orthopédique, par traction trans-calcanéenne sous contrôle de l'amplificateur de brillance. Le fixateur est ensuite pré-monté ; le montage habituel comportant un anneau distal, et au moins deux anneaux proximaux diaphysaires. Il sera ascendant type disto-proximal.
  - Le temps suivant est la mise en place des 2 broches de Kirshner distales (1,8 mm) ; la première broche est passée de dedans en dehors, dans un plan transversal, en veillant surtout à son parallélisme à l'interligne tibio-astragalien. La seconde broche est passée de dehors en dedans, à point de départ malléolaire latéral.



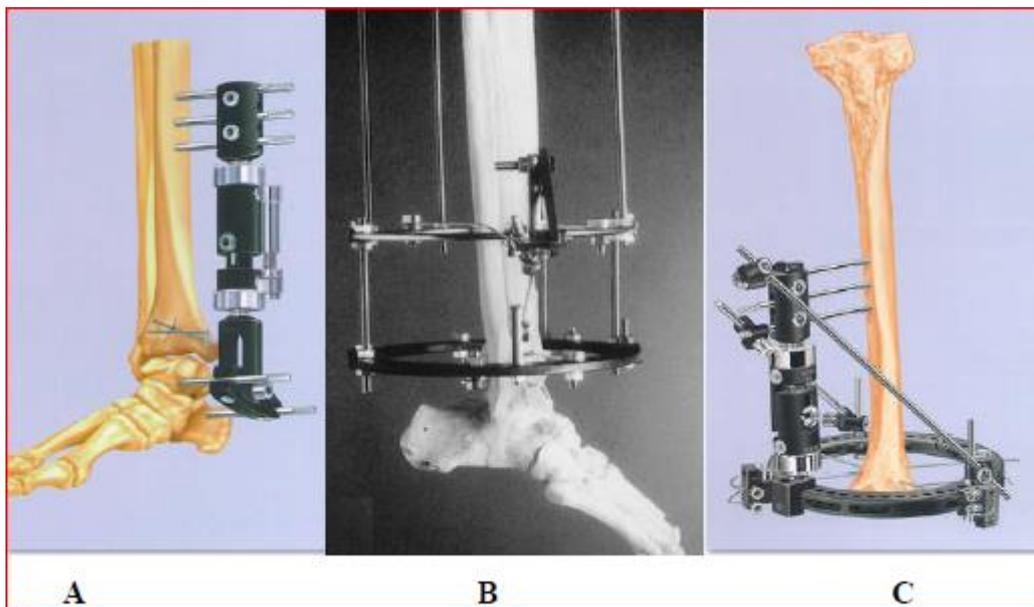
**Figure 57: Traction trans-calcanéenne sur table opératoire ; coussin sous la cuisse loin du creux poplité [67]**

Il convient de respecter les couloirs de protection vasculo-nerveuse. Le secteur autorisé au niveau de la jambe se situant de part et d'autre d'un plan frontal des plateaux tibiaux à la mortaise tibio-péronière.

L'anneau inférieur est alors mis en place, les 4 broches supérieures sont implantées, et l'anneau proximal est réalisé selon la procédure ascendante. Les broches distales sont mises en tension. A partir de là, deux possibilités :

- Si La comminution métaphysaire est bien réduite : les broches proximales sont mises en tension et des broches de rappel (à olives) seront ajoutées secondairement pour stabiliser la métaphyse.
- Si la comminution métaphysaire n'est pas suffisamment réduite ; on réalise son ostéosynthèse intra focale par broches de rappel.

Le montage se termine par la mise en tension des fiches proximales



**Figure 58: Types de fixateurs externes.**

**Figure 58 :**

**A:** Fixateur externe trans-articulaire **B - C:** Fixateur externe hybride type Ilizarov [106].

Bacon [102], semble non convaincu par les avantages du fixateur d'Ilizarow puisque selon son étude ce dernier cause plus de pseudarthrose et de cal vicieux, et

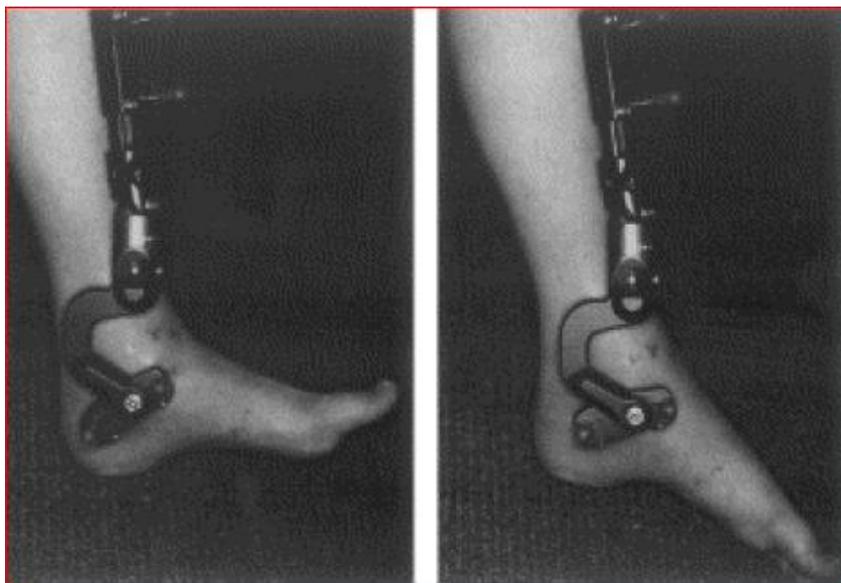
plus les fiches du fixateur sont proches de l'articulation, il sera responsable de plus d'arthrite.

**a.4. Fixateur externe articulé : [103]**

Il s'agit d'un nouveau type de matériel qui reste à évaluer :

Le montage du fixateur externe est tibiocalcanéen, pontant l'articulation de la cheville, mais avec l'énorme avantage d'un système articulé intégré dans le fixateur qui permet la mobilisation de la cheville tout en assurant une contention solide.

La principale difficulté réside dans la détermination de l'axe naturel de la cheville, que le fixateur externe articulé doit reproduire parfaitement pour permettre une mobilisation harmonieuse et respecter ainsi le principe même de ce matériel.



**Figure 59 : Fixateur externe articulaire dynamique permettant la mobilisation précoce de la cheville et la régénération du cartilage. [65]**

Dans notre série tous les fixateurs externes étaient de type Hoffman



**Figure 60: fracture ouverte du pilon tibial type IIIb de la classification de cauchoix et duparc traitée initialement par un fixateur externe type Hoffman tibio-calcanéen en double héli cadre montage en V**

**b. Prise en charge de la plaie traumatique :**

L'ouverture cutanée représente un élément de mauvais pronostic pour toutes les fractures et encore plus pour les fractures articulaires. Le pronostic devient sombre dans les fractures du pilon tibial vu la mauvaise vascularisation de cette région [104].

La prise en charge des fractures du pilon tibial dépend du type de la lésion. Rodier [105] préconise en cas de fracture ouverte un parage en urgence de la plaie traumatique permettant d'exciser les tissus mortifiés afin de diminuer le risque infectieux et permettre une couverture secondaire.

Selon les écoles, le parage peut être économique, répété toute les 48 heures à la demande ou radical plus agressif visant l'obtention d'une plaie propre pouvant être couverte rapidement [106]. Denis Nejean [107] considère le parage comme un paramètre important de l'opération et qui influence de façon significative le résultat final.

### **3.3. Place de la chirurgie mini-invasive :**

Les complications de l'ostéosynthèse par plaque dans les fractures du quart distal du tibia ont amené un certain nombre d'auteurs à proposer la réalisation d'ostéosynthèse mini-invasive [108-112].

La chirurgie mini-invasive se fixe comme objectif la réduction et la stabilisation du foyer de fracture avec un résultat au moins équivalent à celui obtenu avec l'abord du foyer de fracture, tout en diminuant l'agression chirurgicale.

Les avantages sont le respect des parties molles (principale source d'ennui dans la chirurgie du quart distal du tibia) et si possible de l'hématome fracturaire, toutefois elle ne dispose pas d'une large voie d'abord qui permet d'avoir accès à la totalité du foyer de fracture ou de l'articulation.

Une étude préalable à l'aide des examens d'imagerie (radiographies, scanner 3D) est nécessaire pour décider du type de synthèse et des voies d'abord complémentaires.

#### **a. Chirurgie mini-invasive et ostéosynthèse par vis :**

Elle s'adresse aux fractures peu déplacées, sans comminution articulaire ni métaphysaire. Une traction n'est pas forcément nécessaire dans ces fractures peu déplacées.

Une approche séquentielle de réduction et de synthèse selon le principe de simplification progressive est recommandée, en commençant par les traits les plus simples pour faciliter la réduction ultérieure, aux traits les plus complexes.

La synthèse de la fibula est préférable pour une meilleure stabilité du montage et peut être réalisée en mini-invasif si la fracture le permet. L'étude préalable du scanner permet de choisir le trajet le plus approprié pour le vis.

L'intervention commence alors par la réduction du foyer de fracture. A ce stade, certains auteurs proposent un contrôle arthroscopique systématique [108]

pour vérifier la réduction et nettoyer l'articulation.

Des broches sont alors mises en place, sous contrôle radioscopique suivant des trajets déterminés et planifiés au préalable, par l'étude du scanner. Ces broches servent de guide aux vis canulées qui peuvent être enfouies dans l'os afin de permettre l'ajout éventuel d'une plaque d'ostéosynthèse, ou tout simplement pour ne pas gêner le patient par la suite.

## **b. Chirurgie mini-invasive et ostéosynthèse par plaque :**

### **b.1. Principe :**

Elles s'adressent aux fractures avec comminution métaphysaire, elles nécessitent habituellement plusieurs voies d'abord de petite taille.

Le principe était de multiplier les petites voies peu agressives plutôt que d'élargir de grands abords extensifs et souvent insuffisants on utilise :

- Une voie d'abord située sur la malléole médiale pour l'introduction de la plaque.
- Une voie d'abord complémentaire dont la localisation est choisie en fonction de la fracture et préférentiellement antérolatérale. Cette voie d'abord doit permettre le contrôle de l'articulation et la mise en place, éventuellement d'une synthèse complémentaire. Là encore, le scanner prend toute son importance pour prévoir au mieux le type de plaques à utiliser et le trajet « idéal » des vis. Il faut également prévoir par quel moyen la réduction du foyer de fracture sera obtenue (davier pointus, daviers spécifiques pour la chirurgie mini-invasive, vissage en rappel, chasse greffon, etc.), l'utilisation d'une greffe osseuse cas d'impaction métaphysaire importante doit également être prévu avant l'intervention.

## **b.2. Déroulement de l'intervention :**

La synthèse de la fibula est habituellement recommandée, réalisée soit dans le même temps opératoire (en premier lieu), soit initialement dans le cadre d'un traitement combiné.

L'abord tibial est réalisé en regard de la malléole médiale, sur 2 à 3 cm, suivant une direction oblique.

La plaque est glissée sous la peau, au contact du périoste sans avoir ruginé, celui-ci auparavant. Elle doit être dirigée vers la crête tibiale, la main opposée de l'opérateur pouvant ainsi repérer son extrémité. A ce stade, un contrôle radioscopique est effectué afin de vérifier la position de la plaque sur le tibia, de face comme de profil. Une vis de traction mise en place par voie percutanée permet alors de rapprocher la plaque de l'os et de la stabiliser. Cette première vis doit être positionnée en dehors du foyer de fracture sur la diaphyse tibiale.

Un abord chirurgical complémentaire est réalisé en regard de la zone articulaire que l'on désire aborder en raison de la taille limitée de l'abord chirurgical initial, cet abord complémentaire ne comporte pas de risque pour la vitalité des tissus mous et n'est pas « bridé » par le tracé de l'abord initial. La réduction du foyer de fracture fait appel à un instrument spécialement conçu à cet effet. Une fois le foyer de fracture réduit il faut le stabiliser afin d'éviter la survenue secondaire d'une perte de réduction.

Cette stabilisation peut être réalisée par des broches provisoires ou des vis canulées que l'on prend soin d'enfouir dans l'os afin de ne pas gêner le positionnement de la plaque. Elle se fait au mieux en utilisant des plaques à vis bloquées dont plusieurs modèles sont actuellement disponibles sur le marché. Les vis les plus distales doivent se situer au ras de la surface articulaire, tangentes à la convexité de celle-ci. Ces vis étant verrouillées dans la plaque, elles s'opposent à

l'impaction de fragments articulaires .Ces vis bloquées n'ayant pas d'effet de traction, elles n'ont pas d'effet de réduction et ne peuvent se comporter comme des vis de traction (vis corticales ou spongieuses) pour comprimer un écart intra-fragmentaire. La mise en place de vis complémentaires métaphysaires ou diaphysaires ne doit alors comporter que des vis bloquées.

Le comportement biomécanique des vis bloquées et non bloquées étant totalement différent [112], il est illogique de les mélanger ou de rajouter une 2<sup>ème</sup> vis non bloquée Il est parfois nécessaire d'ajouter une 2<sup>ème</sup> plaque en situation antérieure, en cas d'importante comminution métaphysaire.

Cette double ostéosynthèse ajoute un risque supplémentaire pour les tissus mous et entraîne régulièrement des difficultés lors de la fermeture, une petite plaque de type tiers tube glissée en percutanée contre l'os, peut avoir dans ce cas, un effet de « rondelle géante » lorsqu'elle est utilisée avec deux ou trois vis .

On n'a pas eu de recours à la chirurgie mini-invasive dans notre série

### **3.4. Arthrodèse :**

Il arrive parfois que l'importance des dégâts articulaires et l'association à des lésions cartilagineuses du talus rendent impossible toute reconstruction.

La réalisation d'une arthrodèse doit tenir compte de facteurs comme l'âge du patient, sa profession, l'étendue des dégâts osseux, mais aussi les atteintes des parties molles et le contexte infectieux.

Il n'est pas souhaitable de réaliser cette arthrodèse dans le contexte de l'urgence pour plusieurs raisons :

- Il n'y a jamais d'urgence à réaliser une arthrodèse ;si l'indication est posée, celle-ci peut être réalisée à distance, dans de meilleures conditions, en l'absence de souffrance des parties molles ;
- Par ailleurs, l'arthrodèse étant une intervention définitive, il est souhaitable

d'en discuter avec le patient, et de lui en exposer les avantages et les inconvénients ainsi que le retentissement sur la fonction de la cheville (consentement éclairé) ;

- Enfin, il ne faut pas écarter la possibilité ultérieure d'une arthroplastie totale de la cheville chez un patient répondant aux critères de ce type de chirurgie.

**a. Arthrodèse précoce :** [87]

Aussi appelée arthrodèse d'emblée ou arthrodèse primaire dans le contexte de fractures du tibia distal, est une option chirurgicale réalisée avant le 90<sup>ème</sup> jour ; cette option doit être évoquée dans trois situations :

- Une perte de substance osseuse par traumatisme ouvert
- Une infection précoce du tibia distal avec arthrite septique tibio-talienne par contiguïté (traumatisme ouvert) ;
- Un degré exceptionnellement élevé de comminution osseuse et articulaire avec lésions associées du dôme talien.

L'arthrodèse peut être réalisée par avivement des surfaces associée à un greffon corticospongieux encastré.

L'immobilisation est assurée au mieux par un fixateur externe (éventuellement associé à un vissage), surtout dans les situations septiques ou ouvertes avec contamination en association avec les principes de prise en charge des infections ostéoarticulaires. Dans les cas non septique, on procède à un alignement des fragments par ostéosynthèse, les surfaces articulaires restantes sont avivées et le montage est "ponté" sur le talus après avivement de son dôme, un fixateur externe de renfort peut être indiqué. Le greffon osseux est prélevé soit sur le tibia, entre le foyer et les fiches supérieures du fixateur externe, soit sur l'aile iliaque.

Il n'est pas exceptionnel que des lambeaux de couverture soient requis. Aucun patient de notre série n'a bénéficié d'une arthrodèse précoce.

**b. Arthrodèse tardive :**

Elle est indiquée chez les patients présentant une arthrose post-traumatique sévère ou en cas de nécrose cutanée secondaire à une ostéosynthèse.

Dans notre série, une seule arthrodèse secondaire était effectuée, chez un patient traité initialement par un fixateur externe associé à une ostéosynthèse interne à minima dont l'évolution a été marquée par l'apparition d'un cal osseux avec issu en sous cutanée d'une vis douloureuse.



**Figure 61: Rx de la cheville face(a) et profil(b) d'une arthrodèse tardive sur séquelles d'une fracture marginale postérieure du pilon tibial**

### **3.5. Amputation :**

Quand toutes les méthodes thérapeutiques, déjà citées, sont incapables de sauver la cheville, l'amputation semble une solution indiscutable [29,116].

Aucune amputation n'a été pratiquée dans notre série

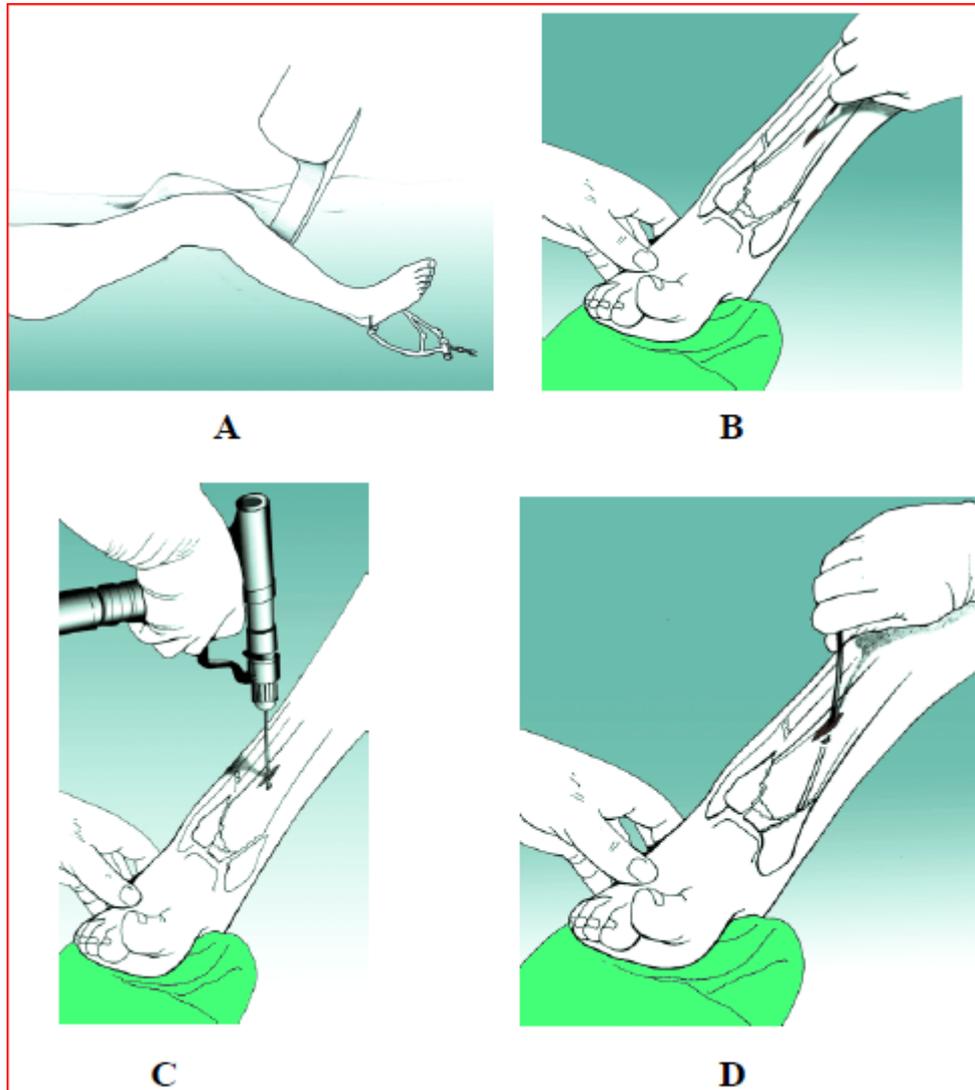
### **4. Traitement combiné :**

Le fixateur externe relayé par ostéosynthèse interne est actuellement une conduite de plus en plus défendue quand l'état cutané est compromis, ne permettant pas l'abord direct immédiat [44].

Ce traitement combiné est capable de diminuer le risque infectieux selon Patterson [26] et Mandracchia [82]. Blauth [117] a rapporté dans une série de 23 cas de fracture du pilon tibial, un taux faible d'infection dans le groupe traité par ostéosynthèse interne, après une amélioration de l'état local.

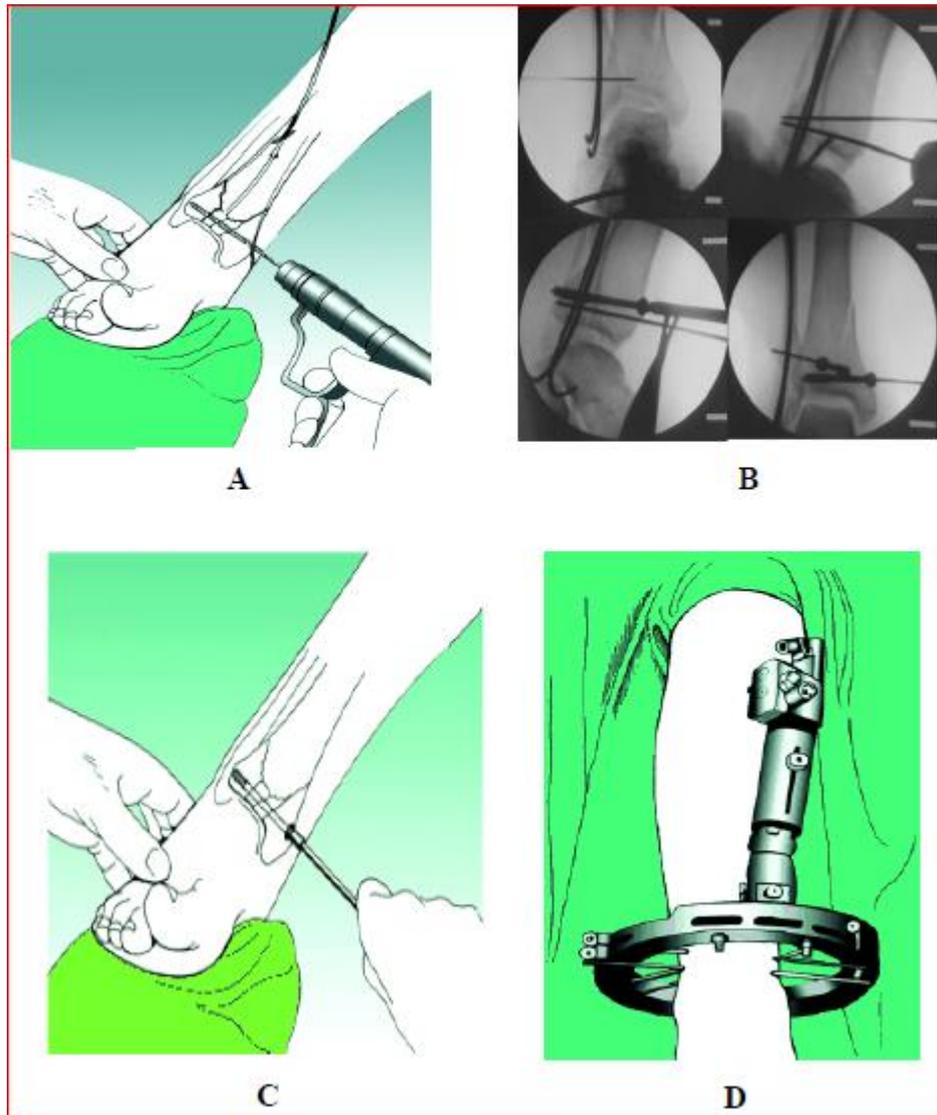
Le délai d'attente est variable entre 12 et 31 jours.

Parfois les deux méthodes s'effectuent en un seul temps [118] et dans ce cas le rôle du fixateur externe est de protéger une ostéosynthèse précaire.



**Figure 62: Traitement combiné d'une fracture du pilon tibial Type C.[70]**

- A. position opératoire : genou fléchi à 30° avec traction transcalcaneenne.
- B. petite incision antéro-médiale.
- C. réalisation d'une fenêtration au niveau de la corticale tibiale.
- D. insertion d'une broche vers les fragments articulaires en vue d'une réduction sous un amplificateur de brillance.



**Figure 63: Fixation externe d'une fracture Type-C du pilon tibial [70].**

A : Insertion de broches pour stabiliser la réduction des fragments.

B : Introduction de vis à travers les broches.

C : Le nombre de vis est déterminé par le type de fracture.

D : Après la réduction de la surface articulaire, un fixateur hybride est mis en place



**Figure 64: Rx de la cheville droite de face (a) et profil (b) objectivant une fracture marginale antérieure du pilon tibial et médio diaphysaire du péroné traitée par un traitement combiné (vissage direct et fixateur externe )**

Dans notre série nous avons eu recours au traitement combiné dans 8 cas soit dans 27./. des cas.

## **5. CAT devant une perte de substance :**

La chirurgie réparatrice des lésions complexes du pilon tibial est délicate à traiter compte tenu des lésions pluritissulaires étendues.

La contamination tissulaire et les risques d'ostéite ou d'ostéoarthrite peuvent entraîner le patient dans un traitement de plusieurs mois, voire une année.

Le parage en urgence est la meilleure attitude chirurgicale pour décontaminer la plaie et autoriser une ostéosynthèse intra focale.

Le fixateur externe garde sa place dans le traitement des grandes pertes de substances caractérisées par une haute comminution et le risque septique.

La perte de substance cutanée nécessite une couverture par des lambeaux, ceci demande une collaboration entre l'orthopédiste et le plasticien.



**Figure 65: Aspect postopératoire d'une fracture ouverte du pilon tibial stade IIIb (perte de substance) de cauchoux et Duparc traitée initialement par un fixateur externe tibiocalcanéen**

Le choix du lambeau et la date de sa réalisation ont fait l'objet de plusieurs discussions :

### **5.1. Délai de couverture cutanée :**

Une couverture cutanée doit être préconisée en phase aigüe, car dans cette phase, la plaie est oedématiée, contaminée, mais non encore infectée, donnant un taux de réussite de la couverture dans 75%. Au-delà d'une semaine, les tissus sont l'objet d'une cellulite diffuse rendant toute intervention très aléatoire.

Une troisième période dite chronique au-delà de 6 semaines, où les réactions infectieuses sont surmontées et où une intervention est à nouveau envisageable avec un taux de complication de 33% seulement.

La couverture cutanée précoce diminue la durée moyenne d'hospitalisation, réduit le délai de consolidation et améliore les résultats fonctionnels [9,13].

### **5.2. Choix de lambeaux : [119]**

#### **a. Les lambeaux musculaires :**

La plupart des lambeaux musculaires permettant une résistance à l'infection et l'assèchement du foyer septique [107]. Plusieurs lambeaux peuvent assurer la couverture, notamment :

- Le lambeau du muscle solaire à pédicule distal, mais il est moins fiable que son homologue proximal.
- Le lambeau du muscle pédieux : ceci nécessite l'intégrité des trois axes vasculaires jambiers.
- Autres lambeaux : lambeaux de l'extenseur du gros orteil et fléchisseur du gros orteil.

#### **b. Les lambeaux fascio-cutanés :**

Ce sont des lambeaux d'utilisation simple et fiable, mais ne fournissent pas un comblement suffisant pour les déficits profonds et irréguliers.

Un lambeau fascio-cutané de rotation a été utilisé pour couvrir un cas de nécrose cutanée mettant à nu une plaque vissée.

### **c. Les lambeaux libres :**

La principale indication est la perte importante de substance du tiers inférieur de la jambe. Le lambeau libre, prélevé du droit interne est plus utilisé que le lambeau du grand dorsal [107,120].

Ils peuvent être réalisés en urgence vraie après un parage radical transformant une perte de substance post-traumatique en une perte de substance chirurgicale.

Ils permettent le recouvrement immédiat d'organes nobles exposés tels qu'artère, nerf, tendon ou articulation.

### **5.3. Autres moyens de couverture :**

Une autre méthode de couverture est décrite dans la littérature [125] c'est la greffe cutanée. Ainsi une greffe de peau mince a toutes les chances d'être revascularisée sur un muscle ou une plaie traitée, mais cette technique est limitée par la précarité du sous-sol.

Dans notre série, un seul cas de couverture cutanée d'une perte de substance a été pratiquée à l'aide d'un lambeau neurocutané sural à pédicule distal après mise à plat et avivement des bouts osseux.

## **6. Place de l'arthroplastie [40,121]**

La prothèse totale de cheville est une alternative largement concurrente à l'arthrodèse dans le traitement des lésions dégénératives et inflammatoires de la cheville et cela depuis 2010.

La sélection des patients est un élément fondamental avant la pose prothétique. De plus, on observe un élargissement des indications à des patients plus jeunes et plus actifs et aux chevilles avec déformation majeure [95]:

Comme pour toute arthroplastie, cela représente un des défis pour l'avenir. Sans équivoque, différents travaux démontrent l'avantage biomécanique de la prothèse par rapport à l'arthrodèse.

On retrouve en effet une amélioration, voire la normalisation des schémas de marche et l'amélioration des secteurs de mobilité des articulations adjacentes après prothèse. Ces analyses sont fondamentales et encourageantes dans la poursuite de ce «challenge» chirurgical.

L'étude de la biomécanique normale de la cheville et l'analyse des échecs des précédents implants ont conduit à la mise au point d'une nouvelle génération de prothèses. Cependant, les complications ne sont pas exceptionnelles, notamment neurologiques, compte tenu de la proximité anatomique de certains éléments.

Au Maroc, la pratique arthroplastique est encore très jeune.

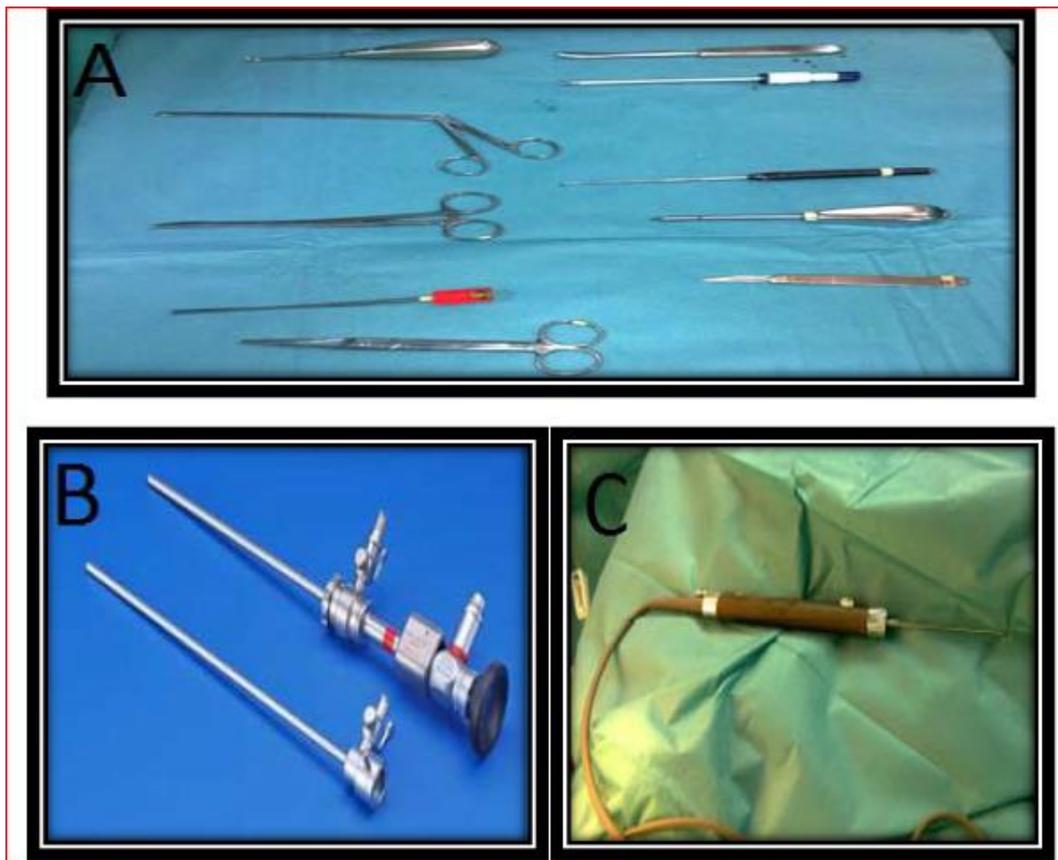
## 7. Place de l'arthroscopie [123 ,124] :

L'arthroscopie de la cheville, est la troisième par ordre de fréquence à être pratiquée au Maroc après l'arthroscopie du genou et de l'épaule.

Il s'agit d'une technique simple peu invasive dont les bénéfices sont nombreux, utilisant du matériel classique (Figure66) .

Ses indications doivent être rigoureusement sélectionnées dans les ostéophytes tibio- taliennes antérieures et le corps étranger osseux intra-articulaire, les résultats sont régulièrement bons.

Dans les séquelles de fractures du pilon tibial, les résultats sont décevants, et la place de l'arthroscopie dans cette indication est extrêmement limitée.



**Figure 66: Matériel d'arthroscopie de cheville**

- A. Table opératoire pour une arthroscopie de cheville.
- B. Arthroscope de 4.5mm et sa chemise
- C. Shaver de 4.2mm de diamètre



**Figure 67: Aspect arthroscopique des différents compartiments de la cheville**

## **8. Compléments thérapeutiques :**

Notre attitude a été préventive.

- L'antibiothérapie prophylactique dans notre série comprenait des  $\beta$ -lactamines associées aux métronidazoles ou à des aminosides. Une revue de la littérature rapporte l'utilisation jusqu'en 1993 des céphalosporines de 2ème génération ou de 3<sup>ème</sup> génération .Les antibiotiques utilisés ont une action à large spectre.
- Les antioedémateux
- cryothérapie
- Les anticoagulants à bas poids moléculaire à dose préventive.

Lassen [126] recommande l'administration d'héparine à faible poids moléculaire pour prévenir les risques thromboemboliques.

Charalampos [127] rapporte que la bonne prise en charge des fractures avec atteintes cutanées, commence par une bonne classification des lésions cutanées, puis d'une antibiothérapie prophylactique pour prévenir une infection et les soins locaux des lésions. Il poursuit en disant qu'en cas d'ouverture cutanée, la plaie peut être parée et fermée en attendant le traitement définitif.

## **9. Indications thérapeutiques :**

Le traitement chirurgical tient en compte :

- le type de la fracture, de sa complexité, en particulier la comminution articulaire et/ou comminution métaphysaire.
- la présence de lésions cutanées initiales.
- la difficulté de la réduction déduite après une planification préopératoire.

En effet, les indications thérapeutiques sont moins systématisées vu l'aspect polymorphe de ces fractures [128].

### **Pour les fractures partielles :**

La chirurgie à foyer ouvert est le traitement de choix. Il permet d'obtenir les réductions les plus anatomiques, le plus souvent par vissage simple .

L'abord est centré sur le fragment détaché, mais peut être décalé en cas de dégâts cutanés : une peau endommagée ne doit pas être une contre-indication à l'ostéosynthèse dans le cadre des fractures partielles.

Le traitement orthopédique garde cependant trois indications :

- Les fractures non déplacées ;
- Les fractures déplacées mais dont la réduction orthopédique est parfaite et stable
- Les fractures comminutives pour lesquelles il ne semble pas possible d'obtenir une réduction parfaite par la chirurgie à foyer ouvert (indication très subjective, laissée à l'appréciation de chacun selon son expérience....)

Le fixateur externe peut également trouver une place dans cette dernière indication.

**Pour les fractures totales :**

La chirurgie à foyer ouvert est là encore le traitement de choix, mais expose aux complications cutané-infectieuses les plus redoutables ; elle n'est donc indiquée qu'en cas d'état cutané satisfaisant, et uniquement si l'opérateur est certain de pouvoir obtenir un résultat meilleur sur la congruence articulaire et sur la réduction de la "marche d'escalier" par cette technique que par autre traitement.

Le traitement orthopédique est proposé dans les mêmes indications que pour les fractures partielles, mais en cas de risque cutané majeur ou de comminution importante, le fixateur externe est préférable, en particulier le fixateur type Ilizarow, associé à un court abord permettant la réduction et la synthèse à minima de fragments articulaires [92,129].

L'ostéosynthèse première de la fibula doit être systématiquement envisagée quel que soit le type de traitement.

**Pour les fractures ouvertes ou à risque d'ouverture :**

Actuellement, l'attention est portée de plus en plus sur les lésions des parties molles vu le nombre important de complications post-opératoires qu'elles engendrent [68].

Plusieurs procédés ont été proposés et parmi eux le concept de 'minimal invasive osteosynthesis' qui s'effectue en deux temps, le premier limité à une réduction et immobilisation provisoire en attendant la fonte de l'œdème et le deuxième consiste en une fixation par le minimum d'implants et d'incisions [68] pour éviter la dévascularisation cutanée.

Dans ces cas-là on peut utiliser une broche ou vis, associées ou non à un fixateur externe classique ou hybride selon l'état cutané et la comminution de la fracture [7].

## VIII. Rééducation :

La mobilisation de l'articulation, y compris dans les fractures articulaires, participe à la cicatrisation du cartilage comme l'a démontré expérimentalement Salter [130].

Dès les premiers jours, en l'absence de contention externe, une rééducation active est mise en route, avec mobilisation active et passive douce des articulations de la cheville, du pied et du genou.

Cette rééducation vise essentiellement la prévention des phlébites, la lutte contre l'œdème par la surélévation du membre et le drainage lymphatique manuel, la prévention également des raideurs et des amyotrophies selon Vaillant [128]. La lutte contre l'équin de cheville doit être comprise et réalisée précocement par le patient.

Dès que possible l'apprentissage de la marche entre deux cannes est entrepris, si possible avec apprentissage du 'pas-contact' ou 'pas simulé' dans les premiers temps.

Durant la phase d'appui partiel, le travail musculaire du segment jambier contre résistance croissante est entrepris. Il a pour but la prévention du déficit du quadriceps et des ischio-jambiers, la mobilisation passive spécifique de toutes les articulations de l'avant-pied et de la médiotarsienne.

La kinésithérapie lors de la phase d'appui est la phase la plus active, son objectif est de réduire les déficits.

Un drainage lymphatique manuel s'avère parfois nécessaire pour mieux récupérer la mobilité de la cheville altérée par l'œdème et de diminuer les troubles trophiques.

Le travail articulaire a pour objectif de gagner l'amplitude antérieure de la cheville [128] ;

Dans notre série nous avons entrepris des rééducations progressives et la reprise d'appui n'a été autorisée que quand la consolidation a été jugée bonne.

## **IX. Reprise d'appui et délai de consolidation**

### **1. Reprise d'appui :**

La date de remise en charge du membre fracturé est affaire d'expérience et de choix du praticien, pour plusieurs auteurs :

- Si la fracture est simple, l'appui progressif commencera entre la 6<sup>ème</sup> et la 8<sup>ème</sup> semaine.
- Si la fracture est comminutive, l'appui est autorisé entre la 8<sup>ème</sup> et la 12<sup>ème</sup> et l'appui total est permis entre la 14<sup>ème</sup> et la 16<sup>ème</sup> semaine.
- En cas de greffe osseuse associée, l'appui ne sera autorisé qu'après 12 semaines [53].

En pratique, si l'on désire autoriser le patient à reprendre l'appui dans les meilleurs délais, il est licite d'attendre la période de cessation des phénomènes douloureux posttraumatiques entre la 3<sup>ème</sup> et la 6<sup>ème</sup> semaine qui sont pris en charge initialement par un traitement antalgique et d'une cryothérapie [14].

La reprise de l'appui s'intègre alors aisément dans la récupération fonctionnelle progressive du patient.

### **2. Délai de consolidation :**

Le délai de consolidation de la fracture du pilon tibial est autour de 4 à 5 mois [131]. Il dépend du type de la fracture, des lésions cutanées, de la qualité de la réduction et de la stabilité du montage utilisé [128 ,131].

Dans notre série le délai de consolidation chez nos malades était de 15 semaines, ce qui concorde avec les données de la littérature.

## **X. Évolutions et Complications :**

Comme pour toute chirurgie, le risque de complications secondaires est présent dont l'infection vient en premier. Celle-ci peut être majorée par le fait que la peau de la jambe est fragile : l'os est sous la peau.

La peau peut avoir été lésée au moment de l'accident. Les fractures articulaires sont particulièrement graves.

Les fractures du pilon tibial sont un bel exemple car elles sont pourvoyeuses de complications, aussi articulaires que pour les structures entourant l'articulation.

Ces résultats retentissent sur les résultats fonctionnels à court et à long terme.

### **1. Évolution Favorable :**

L'ostéosynthèse a transformé le pronostic de ces fractures articulaires.

La restitution de la fonction est toujours pratiquement obtenue dans les formes simples. Le taux de complications dépend du terrain et de la gravité des lésions initiales, ainsi que la qualité du traitement appliqué.

### **2. Complications:**

#### **2.1. En rapport avec la fracture :**

##### **a. A court terme :**

##### **a.1. Infection :**

L'infection précoce est la complication la plus redoutée en raison des difficultés de son traitement et du retentissement péjoratif qu'elle entraîne en général sur la consolidation de la fracture.

L'infection d'une fracture n'est possible que s'il y a une plaie d'emblée ou si le traitement chirurgical a introduit malencontreusement des germes dans le foyer fracturaire.

Il s'agit d'une complication iatrogène. Une fracture fermée n'a aucune raison de se surinfecter.

L'infection se traduit localement par des douleurs, une inflammation avec rougeur et chaleur locales. Une fluctuation apparaît rapidement, en rapport avec une collection purulente. La fièvre est présente et les signes biologiques sont en faveur de l'infection (VS élevée, polynucléose et augmentation des C réactives protéines).

En fait, le risque infectieux est conditionné par plusieurs facteurs (Annexe VI). À côté des signes cliniques et biologiques d'un syndrome infectieux, les techniques d'imagerie jouent un grand rôle dans le diagnostic des infections ostéoarticulaires et des tissus mous.

Au début, l'infection est presque toujours superficielle (hématome infecté, désunion, nécrose cutanée) et peut alors être maîtrisée, mais elle peut apparaître sous sa forme profonde et tardive, au stade d'ostéoarthrite imposant ainsi l'ablation du matériel d'ostéosynthèse et le curetage osseux. Si l'infection s'est installée d'emblée dans l'articulation, le cartilage est vite détruit et l'arthrodèse devient inévitable. L'amputation reste, bien évidemment, exceptionnelle [132].

L'infection complique les fractures fermées dans 2,5 % selon Heim [68].

**Tableau XVII: Taux d'infections selon les séries**

Auteurs	Infection %	
	Superficielle	Profonde
Arlettaz [12]	10	6
Sirkin [45]	2	5
Papdokostakis [46]	27	8
Candoni [134]	18	5.5
Mc Cann [137]	-	0
Notre série	7	7

Sirkin [45] , dans sa série, a obtenu de meilleurs résultats avec un taux de 2% d'infections superficielles. Par contre en ce qui concerne le taux d'infections profondes nos résultats sont meilleurs à ceux de Papdokostakis [46] , avec un taux de 8%, et de ceux de Bacon[102] qui rapporte un taux de 40% d'infection profonde pour 42 fractures du pilon tibial type C3.

La prise en charge de plus en plus raisonnée des fractures du pilon tibial, semble diminuer le risque infectieux selon les séries récentes, par la planification préopératoire, l'adoption de nouvelles techniques chirurgicales avec débridement adéquat et préservation maximale du périoste et de la vascularisation. La prévention de l'infection nécessite également la couverture du foyer de fracture par des tissus bien vascularisés.

Dans notre série, le taux d'infection superficielle est bas par rapport à celui des autres séries, par contre l'infection profonde est présente avec la même fréquence comparativement aux autres études.

### **a.2. Syndrome de loge :**

C'est une urgence des premières heures qui suivent un traumatisme, avec évolution rapide de lésions ischémiques, nerveuses et musculaires

- Il dépend du mécanisme causal et se retrouve essentiellement dans les traumatismes à haute énergie avec atteinte diaphysaire associée.

Le diagnostic est avant tout clinique et on doit le rechercher systématiquement.

Le doute clinique doit amener l'opérateur à mesurer les pressions des loges musculaires, y compris de principe, chez un patient inconscient et à réaliser sans délai les aponévrotomies de décharge indispensables. Dans ce cas de figure, il est préférable d'opter pour un fixateur externe d'attente [14].

On n'a noté aucun cas du syndrome de loge dans notre série.

### **a.3. Nécrose cutanée :**

C'est une complication cutanée fréquente et grave, car elle complique une fracture siégeant dans une zone anatomique complexe et difficile à corriger à cause de la disposition superficielle et la vascularisation terminale de cette région.

Différents facteurs favorisant la nécrose ont été rapporté par plusieurs auteurs [135 ,136] :

- L'œdème, les phlyctènes puis la rétraction de plans de couverture expose à la nécrose cutanée qui favorise l'infection et met à nu le matériel et l'os, augmentant ainsi le risque de nécrose osseuse par la suite la survenue de pseudarthrose.
- Les techniques traumatisantes aggravent l'état cutané déjà fragilisé par la violence du traumatisme.
- Une voie d'abord mal choisie et un pont étroit (<7cm) entre les deux incisions tibiales et fibulaire favorisant la nécrose cutanée. Colmar et

Langlais [135], en étudiant le taux de nécrose cutané par rapport à différentes voies d'abord ont trouvé un taux de 10% dans la voie interne de 21,5% dans la voie antéroexterne.

**Tableau XVIII: Taux de nécrose cutanée selon les séries**

Auteurs	Nécrose cutanée %
Arlettaz [12]	9
Sirkin [45]	10
Wyrsh [136]	33
Lahrach [138]	10
Notre série	13

Le taux de nécrose cutanée varie de 9% à 33 % selon plusieurs séries. Les données de notre série sont comparables à celles de la littérature.



**Figure 68: Exemple de phlyctènes hémorragiques pouvant être responsables de nécrose cutanée si l'incision passe à leur niveau.**

#### **a.4 . Complications vasculaires et nerveuses :**

Ces complications sont exceptionnelles et liées à la violence du traumatisme initial qu'au type de lésion osseuse.

Dans notre série aucun cas de traumatisme vasculaire ou nerveux n'a été rapporté.

#### **b. A moyen terme :**

##### **b.1. Raideur articulaire :**

La raideur articulaire talo–crurale source de boiterie et de gêne fonctionnelle pour les patients qui en sont victimes.

La rééducation active et précoce et un travail quotidien de récupération de la flexion dorsale a pour but essentiel de la prévenir et de la guérir. Les adhérences intra–articulaires peuvent se développer à la suite d'une hémarthrose liée à ce type de fracture articulaire.

Dans certains cas, des fragments osseux peuvent jouer le rôle de butoirs et limiter les amplitudes des mouvements. Deux de nos patients ont subi un reclassement professionnel lors de la reprise de leur travail.

##### **b.2. Algodystrophie :**

L'algoneurodystrophie ou syndrome de Sudeck–Leriche ou ostéoporose algique post–traumatique est une complication probablement liée à des troubles vasomoteurs sur un terrain souvent particulier (neurodystonique), favorisé aussi par le diabète ou l'éthylisme.

La première phase est caractérisée par des douleurs, des troubles vasomoteurs et des troubles trophiques. Elle survient en quelques semaines.

- Les douleurs sont diffuses, intenses, permanentes mais aggravées par les mouvements
- L'œdème est diffus

- Aspect rouge et violacé de la peau avec hypersudation.
- Hyperthermie locale mais pas de fièvre
- Raideur articulaire qui s'installe rapidement

La phase froide se caractérise par une régression des douleurs et des œdèmes mais les troubles trophiques s'accroissent. On voit souvent des séquelles liées à des rétractions capsulaires et un enraidissement.

Le taux d'algodystrophies a été de 13% dans notre étude. Ces chiffres sont meilleurs que ceux des séries de Lahrach [138] 16% .

### **c. Long terme :**

#### **c.1. Cal vicieux :**

Une angulation persistante au niveau du membre inférieur peut entraîner de graves conséquences ; quelques degrés seulement de varus ou de valgus au niveau du tibia suffisent pour provoquer une arthrose douloureuse de la cheville en quelques années.

Les fractures articulaires ne supportent aucun défaut de réduction, car les altérations des surfaces cartilagineuses retentissent toujours sur le fonctionnement articulaire. Lorsque des fragments revêtus de cartilage articulaire ont consolidé avec une différence de hauteur par rapport au reste de l'articulation, la forme de l'interligne articulaire est modifiée. Ces défauts provoquent des limitations dans les amplitudes des mouvements qui sont liés à des butoirs ou à des incongruences des surfaces.

Les douleurs accompagnent ces altérations des mouvements. Le pronostic dépend du siège, et de la tolérance du cal. S'il est articulaire, l'évolution vers l'arthrose est inévitable. Mais s'il est extra articulaire et distal, il peut être longtemps bien toléré.

Les interventions correctrices (ostéotomies) ne peuvent être que palliatives en améliorant les contraintes et en reculant l'échéance de l'apparition de l'arthrose.

Ces interventions ne seront envisagées qu'en cas de limitation fonctionnelle douloureuse et pré-arthrose évolutive 68-140

Dans notre série, nous avons enregistré 5 cas de cals vicieux soit 17% qui font suite à un mauvais centrage. Plusieurs auteurs [102, 138, 148] ont rapporté un taux supérieure à 10%.

### **c.2. Pseudarthrose :**

Absence de consolidation de deux fragments osseux survenant après une période de 6 mois de la fracture définit la pseudarthrose.

La pseudarthrose se déclare après les délais normaux de consolidation elle survient en zone métaphysaire (région dont la vascularisation est précaire, aggravée par la perte de substance osseuse). Elle est rare au niveau du pilon tibial [143].

Les facteurs favorisant cette complication sont les lésions cutanées ainsi que le traitement par fixateur externe [46], si les axes sont conservés, l'écart interfragmentaire est minime et le site est stable une stimulation externe peut être tenter [144] .

Elle peut être prévenue par une greffe osseuse primaire [74].

La technique d'ilizarov permet la consolidation de la pseudarthrose sans ouverture cutanée du foyer. Ce fixateur externe circulaire assure une stabilisation élastique avec possibilité de compression-distraction favorable à la reprise de l'ostéogénèse [145].

Le taux de pseudarthrose varie de 2 à 18% selon Heim [5], dépasse rarement 2% selon Ruedi et Ovadia [20] et est de 18% d'après Mc Ferran [56].

Dans notre série, nous avons relevé deux cas de pseudarthrose, soit un taux de 7%.

**Tableau XIX : Taux de pseudarthrose selon les séries**

Auteurs	Pseudarthrose %
Lahrach [138]	5
Papdokostakis [46]	10
Sirkin [45]	6
Bacon [102]	16
Notre série	7%

### **c.3. Arthrose post-traumatique :**

L'arthrose tibio-tarsienne ou arthrose talo-crurale post-fracturaire est l'une des complications les plus importantes et redoutables.

La plupart des travaux la mentionnent [8,82]. Au plan clinique, les arthroses tibio-tarsiennes centrées avec une congruence articulaire conservée évoluent lentement et se caractérisent par une longue phase de tolérance fonctionnelle autorisant généralement une marche normale ou sub-normale. En revanche, les arthroses excentrées avec une marche d'escalier ou une incongruence articulaire, sont souvent mal tolérées et se traduisent par une chondrolyse évoluant rapidement lors du suivi radiologique.

En pratique quotidienne, la prise en charge d'une arthrose tibio-tarsienne passe par un examen clinique bien conduit et un bilan radiographique correctement réalisé.

Il existe une corrélation entre le type de fracture, l'incidence de l'arthrose et les mauvais résultats cliniques [74].

Le délai d'apparition de cette arthrose est variable. En général, elle apparaît dans les deux ans suivant le traumatisme, mais elle est rare avant un an [116,141].

La douleur sera le premier signe rapporté, d'intensité variable. La constatation d'une aggravation radiologique lors de l'évolution n'a de traduction clinique qu'une fois sur trois ou quatre [12,53,66,116] .

Lorsque l'arthrose est symptomatique, voire invalidante, un traitement chirurgical s'impose. Cette attitude n'est pas toujours appréciée par les rhumatologues qui s'opposent presque toujours à l'opération des patients. La certitude, pour le choix du traitement chirurgical, est la longue durée de la gêne causée par la douleur.

Les principaux traitements proposés sont l'arthrodèse tibio-tarsienne et la prothèse totale de la cheville.

**Tableau XX: Taux d'arthrose dans les séries**

Auteurs	Arthrose %
Lahrach [138]	20
Havet [142]	48
Notre série	10

La fréquence de l'arthrose varie de 20 à 50% des cas, dans notre série, nous avons retrouvé une fréquence de 10%, mais chez un seul cas une arthrodèse tibio-astragaliennne a été envisagée.

Nous reconnaissons que l'évaluation clinique de l'arthrose est difficile ainsi que sa prise en charge. Le choix de la méthode thérapeutique dépendra de :

- La plainte du patient (douleur ou raideur),
- L'âge,
- Les activités,
- La morphologie de l'avant-pied,

- L'état cutané,
- La mobilité de la cheville
- La douleur sous-talienne.

## **2.2. En rapport avec le traitement choisi : [41]**

### **a. Ostéosynthèse par plaque à foyer ouvert :**

- La désunion secondaire et l'exposition de la plaque :

Sont une complication redoutable et redoutée de tous les chirurgiens.

Elles peuvent être en rapport avec une mauvaise gestion des tissus mous par l'opérateur avec un matériel trop volumineux ou une complication septique.

- La fracture de la plaque :

Survient de façon automatique en cas de pseudarthrose et se produit habituellement dans l'année qui suit l'intervention [146].

- L'allergie au matériau :

constituant la plaque est extrêmement rare mais peut se voir.

### **b. Ostéosynthèse par fixateur externe :**

- les Lésions vasculaires ou nerveuses :

Sont l'un des risques reconnus de la technique d'Ilizarov, elles sont rares et prévenues par la connaissance et le suivi rigoureux des couloirs de sécurité de transfixion [145].

- Déplacement secondaire :

Les fractures du pilon tibial sont particulièrement instables ce qui les expose au déplacement secondaire postopératoire [147]. Ce déplacement est possible également en cas d'ostéosynthèse insuffisamment stable, surtout chez des patients indisciplinés [116].

Ce déplacement est peu étudié dans la littérature.

Dans notre série, nous n'avons constaté aucun déplacement secondaire.

- Infections :

Elle peut être sévère, touchant aussi bien les parties molles que l'os. La souffrance cutanée en regard des orifices cutanés des fils et des broches du fixateur peut être la cause d'infections localisées de ces orifices (30% d'infections sur fiche dans les séries de littérature).

**Tableau XXI: Taux d'infection fonction du traitement utilisé**

Auteurs		Infection %
Galois [149]	Ostéosynthèse interne	40
	Fixation externe	20
Candoni [134]	Ostéosynthèse interne	18
	Fixation externe	5.6
Notre série	Ostéosynthèse interne	23
	Fixation externe	13

Pour minimiser ce risque, plusieurs auteurs préfèrent traiter ces fractures par fixateur externe [92 ,142 ,148]. Ainsi Candoni [134] et Galois [149] ont rapporté dans leur série, un taux d'infection bas en utilisant le fixateur externe par rapport à l'ostéosynthèse interne, il leur semble qu'au-delà des indications classiques dans les fractures ouvertes, l'utilisation du fixateur externe dans le traitement des fractures fermées du pilon tibial leur est intéressante, pour en prévenir le risque infectieux,

Dans notre série, nous avons objectivé 7% d'infections superficielles avec deux cas d'infection profonde dont une a évolué vers une ostéite chronique, ce qui rejoint les données de la littérature.



**Figure 69: Image radiologique d'une cheville gauche face (A) et profil (b) objectivant une fracture ouverte comminutive du pilon tibial ayant évolué vers une pseudarthrose septique , le traitement a consisté en une excision du séquestre osseux avec mise en place d'un spacer cimenté**

**a. Utilisation inadaptée d'un implant :**

Le choix du matériel d'ostéosynthèse doit tenir compte des spécificités des implants : le matériau dont ils sont composés, le site anatomique .

**b. Bris de matériel :**

Quel que soit le matériel utilisé, si la consolidation n'intervient pas, il finit par se rompre, généralement dans l'année qui suit sa pose.

## XI. Résultats à long terme :

L'évaluation des résultats fonctionnels à moyen terme est difficile à apprécier devant [150] :

1. La diversité du mécanisme du traumatisme.
2. Le polymorphisme des types anatomo- pathologiques rendant toute classification univoque incertaine.
3. L'absence d'une conduite thérapeutique codifiée.

Cette évaluation se fait selon des critères plus subjectifs qu'objectifs donnant des cotations différentes d'un auteur à l'autre, d'autre part, les modalités thérapeutiques changent d'une série à une autre, ce qui rend la comparaison des résultats très délicate [5].

### 1. Résultats fonctionnels globaux :

Tableau XXII : Résultats globaux fonctionnels

Auteurs	Résultats		
	Excellent et Bon %	Moyen %	Mauvais %
Arlettaz [12]	60	30	10
Leonard [151]	83	–	10
Kapoor [152]	75	–	25
Mc Cann [153]	40	25	35
Lahrach [138]	46	30	24
Notre série	56	27	17

Le pourcentage de bons résultats est majoritaire dans la littérature ainsi que dans notre série et ceci quel que soit le type de fracture et le type de traitement.

## 2. Résultats radiologiques globaux :

**Tableau XXIII: Résultats globaux radiologiques**

Auteurs	Résultats %		
	Bons	Satisfaisants	Mauvais
Lahrach [138]	56	26	18
Dichristina [103]	78	11	11
Notre série	Satisfaisants : 73		27

Dans notre série, le pourcentage de bons résultats radiologiques est inférieur à celui observé dans la littérature.

**Tableau XXIV: Comparaison entre résultats cliniques et résultats radiologiques**

Auteurs / Résultats	Résultats			
	Lahrach [138]		Notre série	
	Clinique	Radiologique	Clinique	Radiologique
Bons	46	56	56.6	73
Moyens	30	26	26.6	
Mauvais	24	18	16.6	27

Dans la littérature ainsi que dans notre série, nous n'avons pas trouvé de parallélisme radio-clinique. L'incidence des bons résultats est toujours plus élevée selon le critère clinique que radiologique.

## **XII. Analyse des résultats :**

### **1. Selon le type anatomo-pathologique des fractures :**

#### **1.1. Résultats fonctionnels :**

La symptomatologie clinique à long terme est étroitement liée au type de fracture. Les fractures partielles sont de bon pronostic que les fractures totales.

**Tableau XXV: Les bons résultats fonctionnels selon le type de fracture**

Auteurs	Fractures %	
	Partielles	Totales
Oumari [154]	56	42
Notre série	73	46

Dans notre série, nous avons trouvé que 73% des cas de fractures partielles avaient de bons résultats cliniques alors que pour les fractures totales, ce taux était seulement de 46%.

Ces données concordent avec celles de la littérature.

Donc les fractures partielles sont de bon pronostic par rapport aux fractures totales.

#### **1.2. Résultats radiologiques :**

**Tableau XXVI : Les bons résultats radiologiques selon le type de fracture**

Auteurs	Fractures %	
	Partielles	Totales
Vives [83]	60	36
Oumari [154]	38	22
Notre série	73	57

En comparant les résultats radiologiques selon le type de fracture, nous avons noté une incidence plus élevée de bons résultats dans les fractures partielles. Et ceci, aussi bien dans la littérature que dans notre série.

## **2. Selon le type de traitement :**

### **2.1. Résultats fonctionnels :**

Un bon résultat final ne peut être obtenu qu'après la restauration anatomique de la surface articulaire et la restitution de la congruence.

C'est la fixation interne qui semble être la technique la plus appropriée pour atteindre ces objectifs puisque nous avons obtenu 43% d'excellents et de bons résultats fonctionnels chez l'ensemble des patients de notre série, mais en dépit de complications fréquentes parmi lesquelles on cite les infections et les nécroses cutanées.

**Tableau XXVII: Les bons résultats fonctionnels en fonction du type de traitement**

<b>Auteurs</b>	<b>Ostéosynthèse interne (%)</b>	<b>Ostéosynthèse externe (%)</b>	<b>Traitement combiné (%)</b>
Arlettaz [12]	<b>60</b>	–	–
Leonard [151]	<b>80</b>	–	–
Notre série	<b>82</b>	<b>57</b>	<b>76</b>

## 2.2. Résultats radiologiques :

**Tableau XXVIII : Les résultats radiologiques satisfaisants en fonction du type de traitement**

<b>Auteurs</b>	<b>Ostéosynthèse interne (%)</b>	<b>Ostéosynthèse externe (%)</b>	<b>Traitement combiné (%)</b>
Oumari [154]	33	25	17
Gursimrat [155]	–	–	84
Leonard [151]	83	–	–
Vives [82]	–	56	–
Notre série	83	25	60

Dans les séries présentées par Vives [83] et Oumari [154], on constate un pourcentage élevé de bons résultats radiologiques obtenus par le traitement à foyer ouvert, ce qui est également le cas dans notre étude.

Le concept thérapeutique des fractures du pilon tibial par ostéosynthèse interne classique a permis certainement et globalement d'améliorer l'avenir à long terme de ce type de lésions, mais plusieurs auteurs préfèrent cependant l'ostéosynthèse externe dynamique afin de réduire les complications septiques [102, 145,152].

Dans l'esprit de respect des parties molles, souvent touchées dans ce type de traitement, Cursimart [155] a proposé un traitement combiné réalisé en deux temps et qui consiste à la mise en place d'un fixateur externe articulaire en premier, relayée par une ostéosynthèse à minima après amélioration de l'état cutané.

### **XIII. Prévention :**

Il n'est pas facile de prévenir la survenue des fractures du pilon tibial, il en va de même pour leurs complications.

#### **1. Prévention de la survenue :**

Vu les différentes étiologies, nous pouvons dire ce qui suit :

- Un grand effort doit être fait pour conscientiser aussi bien les automobilistes que les piétons sur le respect du code de la route.
- Eduquer les travailleurs des métiers à risque (maçons peintres...) et les bricoleurs occasionnels et mettre à leur disposition du matériel de bonne qualité respectant toutes les normes de sécurité.
- Les sportifs devront se protéger des coup violents et éviter des actes d'antijeu .
- Prévention et traitement de l'ostéoporose : L'ostéoporose est une pathologie qui touche aussi bien les femmes que les hommes. Elle a pour conséquence la fragilisation de l'os. Elle touche les hommes vers 70 ans et les femmes ménopausées. Vu le vieillissement de la population, les fractures du pilon tibial seront appelées à survenir facilement dans cette tranche de la population.

## **2. Prévention des complications :**

Les préventions touchent 2 axes :

- Les fractures :

Les atteintes et les infections cutanées sont les principales complications. En cas de plaie, cette dernière devra être parée, une antibiothérapie prophylactique devra être administrée ainsi qu'une sérothérapie antitétanique. Dans les fractures très déplacées, il faudra éviter de mouvoir la cheville dans tous les sens, une attelle est conseillée pour immobiliser la fracture

- Le traitement :

Il devra se faire dans les brefs délais car il conditionne les résultats. Le choix du traitement devra se faire minutieusement. Le chirurgien devra donc s'efforcer à réduire le plus parfaitement possible la fracture et rétablir l'articulation.

La rééducation devra compléter le traitement chirurgical à fin de permettre à la cheville de retrouver sa mobilité et son potentiel.

# CONCLUSION

A la lumière de cette étude rétrospective, regroupant 30 cas de fractures du pilon tibial, nous soulignons la gravité de ces fractures, puisqu'elles engagent le pronostic fonctionnel à long terme du sujet jeune et restent encore actuellement un vrai challenge pour le chirurgien.

Le traumatisme à haute énergie constitue la cause principale due essentiellement aux chutes et aux accidents de la voie publique, ce qui explique la fréquence des lésions cutanées.

La précarité de la vascularisation cutanée du pilon tibial s'ajoute sur les lésions fréquentes des parties molles compliquant ainsi l'évolution de ces fractures et amenant à modifier la procédure thérapeutique.

Selon la classification de Sofcot, adoptée au service, les fractures à rupture métaphysaire totale sont les plus fréquentes. Cette classification est moins précise que celle de l'AO, mais elle reste beaucoup plus pratique.

L'exploration radiographique standard permet à elle seule de poser le diagnostic de fracture du pilon tibial, elle est suffisante en cas de fractures simples sans déplacement, mais le recours à la TDM en cas de fractures déplacées et complexes apporte plus de précisions pouvant influencer la tactique opératoire.

La réduction initiale, la restauration d'une bonne congruence, la correction des décalages intra articulaires, la stabilisation satisfaisante et la mobilisation précoce de la cheville sont les principaux garants d'un bon résultat clinique.

Le traitement chirurgical reste le traitement de choix de ces fractures mais de réalisation difficile, nécessitant un planning préopératoire approprié, tenant en considération le type de fracture et l'état cutané.

C'est l'ostéosynthèse interne à foyer ouvert qui a donné globalement les meilleurs résultats cliniques, mais le traitement à foyer fermé par fixateur externe hybride, associé ou non à une ostéosynthèse du péroné ou à une ostéosynthèse à minima du tibia, a montré son efficacité réelle et doit avoir sa place particulièrement en cas de comminution importante et de lésions graves.

# RESUMES

## Résumé

Nous avons mené une étude rétrospective, regroupant 30 cas de fractures du pilon tibial, chez des patients traités au service de chirurgie orthopédique et traumatologie B4 au CHU Hassan 2 de Fès, sur une période de 3 ans allant de Janvier 2013 au Décembre 2015, avec un recul moyen de 2ans.

La fracture du pilon tibial représente 13,5% des traumatismes de la cheville ; atteint le sujet jeune actif avec une moyenne d'âge de 42 ans et une nette prédominance masculine. Le sexe ratio H/F était égal à 2

Le diagnostic clinique est orienté par l'impotence fonctionnelle, la douleur, la tuméfaction localisée, l'ecchymose et la notion de traumatisme à haute énergie.

Le traumatisme à haute énergie constitue la cause principale due essentiellement aux chutes et aux accidents de la voie publique, ce qui explique la fréquence des lésions cutanées (40%)

L'état cutané a été apprécié par la classification de Cauchoix et Duparc modifiée [9] , les fractures étaient ouvertes dans 37% des cas, dont 33% étaient type de II , 12 cas de contusions cutanées classées selon la classification de Tscherne et Gotzen [10] .

Les examens radiologiques standards, faites de radiographies standard de la cheville de face et de profil ont permis de confirmer le diagnostic et d'analyser les différents types anatomopathologiques de la fracture, nous avons opté pour la classification de LA SOFCOT [8] :37% de fractures incomplètes et 63% de fractures complètes.

Les fractures de la fibula ont été associées dans 57% des cas.

La voie antéro-médiale a été utilisée dans 57% des cas.

Le traitement chirurgical par ostéosynthèse à foyer ouvert a été réalisé dans

60% des cas, le traitement combiné dans 27 % des cas et le traitement à foyer fermé par fixateur externe de HOFFMAN dans 13 % des cas.

Les résultats fonctionnels selon les critères cliniques définis par Biga (SOFcot) [7] ont été bons dans 57% des cas, moyens dans 27% des cas, et mauvais dans 16% des cas, les résultats radiologiques étaient satisfaisants dans 73% des cas et non satisfaisants dans 27% des cas.

Nos résultats fonctionnels étaient excellents et bons chez 56% des patients traités par ostéosynthèse interne, 23% traités par ostéosynthèse externe, 23% traités par un traitement combiné.

Nos résultats radiologiques étaient satisfaisants dans 83% des cas traités par fixation interne, dans 25% des cas traités par fixation externe et dans 60% des cas traités par un traitement combiné. Les complications relevées étaient l'infection dans 13.% des cas, la nécrose cutanée dans 10%, l'algodystrophie dans 13.%, le cal vicieux dans 17%, la pseudarthrose dans 7% et l'arthrose tibio-talienne dans 10% des cas, une arthrodeuse a été effectuée chez un seul patient.

Le résultat fonctionnel de ces fractures dépend entre autre et principalement d'une bonne réduction anatomique.

L'analyse de nos résultats a objectivé une majorité de bons résultats fonctionnels cliniques et radiologiques par le traitement à foyer ouvert qui a montré sa supériorité par rapport au traitement à foyer fermé et le traitement combiné.

## Summary

A retrospective study has been done for 30 cases of tibial pilon fractures at the department of orthopedic and traumatology during 3 years, from January 2013 to December 2015 with a mean follow-up of 2 years.

The fracture of the tibial pilon represents 13,5% of ankle traumatism, it is the prerogative of the young person as the mean age of our patients was 42 years old with a male predominance, the sex-ratio is 2

The clinical diagnostic is oriented by the functional impotence, the pain, the localised tumefaction, the ecchymosis and the high energy traumatism

The etiologic circumstances are dominated by the high energy traumatism as the fall of high height in 53% and the high way accidents in 40% ;which explains the high frequency of skin lesions(40./.)

The cutaneous state was appreciated by the modified classification of Cauchoix and Duparc [9] The open fractures represent 37%, with 33% type II, 12 cases of cutaneous contusion classified according to the classification and Tscherne Gotzen

The standard radiological examinations, consists in radiography of the ankle from the face and the profile that permitted the diagnosis and the analysis of the various anatomopathologic types.

We have chosen the SOFCOT [8] classification; which gave 37% of incomplete fractures and 63% of complete fractures.

The fractures of the fibula were associated in 57% of the cases. [10].

The anteromedial approach was used in 57./. of the cases

The surgical treatment by internal osteosynthesis fractures was practiced in 60% of cases, the combined treatment in 27 % of cases and the treatment by

external fixation of HOFFMAN montage in 13%. % of the cases.

The functional results according to clinical criteria defined by Biga (SOFCOT) [7] have been good in 57% of cases, medium in 27 % and bad in 16 %, the radiological results have been satisfactory in 73 % and not satisfactory in 27 % of the cases.

Our functional results were excellent and good in 56% of patients treated with internal fixation, 23% treated with external fixation, and 23% treated with the combined treatment.

Our radiological results were satisfactory in 83% of patients treated with internal fixation, in 25% of cases treated by external fixation and 60% by a The complications found are the infection in 13%, the cutaneous necrosis in 10%, the algodystrophie in 13%, the vicious callus in 17%, the pseudarthrosis in 7% and tibiotalar arthrosis in 10% of the cases, and arthrodesis was performed in one case

The functional result of these fractures depends amongst other things and mainly on a good anatomical reduction.

The Analysis of this study reports good functional results, clinical and radiological ones with The internal osteosynthesis which has proved its superiority over the External fixation and the combined treatment.

## ملخص

أجرينا دراسة استيعادية لسلسلة مكونة من 30 كسرا للمدقة الظنبوبية لمرضى بمصلحة العظام والرضوض ، الجناح ب 4 بالمستشفى الجامعي الحسن الثاني بفاس، على مدى 3 سنوات ، وذلك خلال الفترة الممتدة من يناير 2013 إلى دجنبر 2015 ، (المدى المتوسط سنتان).

تمثل الكسور الظنبوبية 13.5% من إصابات الكاحل، تصيب الشباب خصوصا بمتوسط أعمار 42 سنة، مع هيمنة للذكور بنسبة تساوي 2.

يتم توجيه التشخيص السريري عن طريق العجز الوظيفي والألم والتورم الموضعي والكدمات ووجود إصابات ناتجة عن استعمال طاقة عالية.

تشكل الإصابات الناتجة عن استعمال طاقة عالية السبب الرئيسي لهذه الكسور ، وتكون عادة بسبب سقوط أو حوادث طرق ، مما يفسر كثرة الآفات الجلدية (40% من الحالات).

تمت دراسة الحالات الجلدية لمرضانا بواسطة تصنيف كوشوا ودوبارك المغيرة ، كانت الكسور مفتوحة في 37% من الحالات ، 33% منها كانت من الصنف 2 ، كما تمت دراسة 12 حالة كدمة جلدية حسب تصنيف كوتزين و تشيرن .

الفحص بالوسائل الإشعاعية الأولية للكاحل من الأمام ومن الجانب يشخص ويحلل الأنواع التشريحية المرضية للكسر ، استعمالنا تصنيف سوفكت الذي أعطى 37% من الكسر غير الكامل و 63% من الكسر الكامل .

كان كسر المدقة الظنبوبية مقترنا بكسر القصبية الصغرى في 57% من الحالات.

تم استخدام المنهج الأمامي الأوسط في 57% من الحالات.

استعمل العلاج الجراحي بالثنيب الداخلي في 60% من الحالات ، والعلاج المشترك في 27% من

الحالات، والعلاج بالثنيب الخارجي بواسطة المثبت الخارجي من نوع اوفمان 13% من مجموع الحالات.

النتائج الوظيفية حسب المعايير السريرية لبيجا (سوفكوت) كانت حسنة في 57% من الحالات ،

متوسطة في 27% من الحالات ، وسيئة في 16% من الحالات، أما النتائج الإشعاعية فكانت مرضية في

73% من الحالات وغير مرضية في 27% من الحالات.

نتائج العملية الوظيفية كانت ممتازة و جيدة عند 56 % من المرضى الذين عولجوا بالثبیت الداخلي، و 23 % من الذين عولجوا بالثبیت الخارجي، و 23 % في حالة استخدام العلاج المشترك.

كانت النتائج الإشعاعية مرضية في 83 % من حالات استخدام الثبیت الداخلي ، و 25% من حالات الثبیت الخارجي و60 % بالنسبة لاستخدام العلاج المشترك.

المضاعفات المستخلصة تمثلت في التعفن الجلدي بنسبة 13% والنخر الجلدي بنسبة 10 % والختل المؤلم ب 13 % والتشبد المعیبي ب 17 % ، والفصال الكاذب ب 7 % والفصال التنكسي بنسبة 10 % وقد سجل قيام مريض واحد باعتلال مفصلي .

النتائج العملية لهذا الكسر متعلقة في معظم الحالات بتجبير جيد من خلال تحليل ودراسة نتائجنا تأكد لنا ان غالبية النتائج الوظيفية السريرية والإشعاعية كانت حسنة مع استعمال العلاج الجراحي بالثبیت الداخلي الذي برهن على كفاءته مقارنة مع الجراحة بالثبیت الخارجي والجراحة المشتركة.

# ANNEXES

## ANNEXE I :

**Tableau : Classification de Cauchoix et Duparc**

Grades		Description
I		Plaie ponctiforme ou linéaire, sans décollement ni contusion, suturable sans tension, de taille inférieure à 1 cm.
II		Plaie à berges contuses ou associée à un décollement ou contusion cutanée, de taille supérieure à 1 cm
III	IIIA	Lésion avec perte de substance cutanée ou musculoaponévrotique, sans mise à nue de l'os, sans déperiostage
	IIIB	Lésion avec perte de substance cutanée ou musculoaponévrotique, avec mise à nue de l'os, avec déperiostage
	IIIC	Lésion avec perte de substance cutanée ou musculoaponévrotique, avec ischémie du membre

## Annexe II :

Tableau : Classification de Tscherne et Gotzen

Classification TSCHERNE et GOTZEN
Degré 0 : Fractures fermée sans traumatisme des parties molles
Degré 1 : Eraflures ou une contusion locale
Degré 2 : Ecorchures profondes contaminées, des contusions étendues de la peau ou des muscles
Degré 3 : Signes de nécrose cutanée ou musculaire, des décollements, des syndromes compartimentaux, sévère ou une lésion artérielle majeure

## Annexe III :

### Classification de Ruedi et Heim (AO)

Type A : fracture extra-articulaire (métaphysaire)

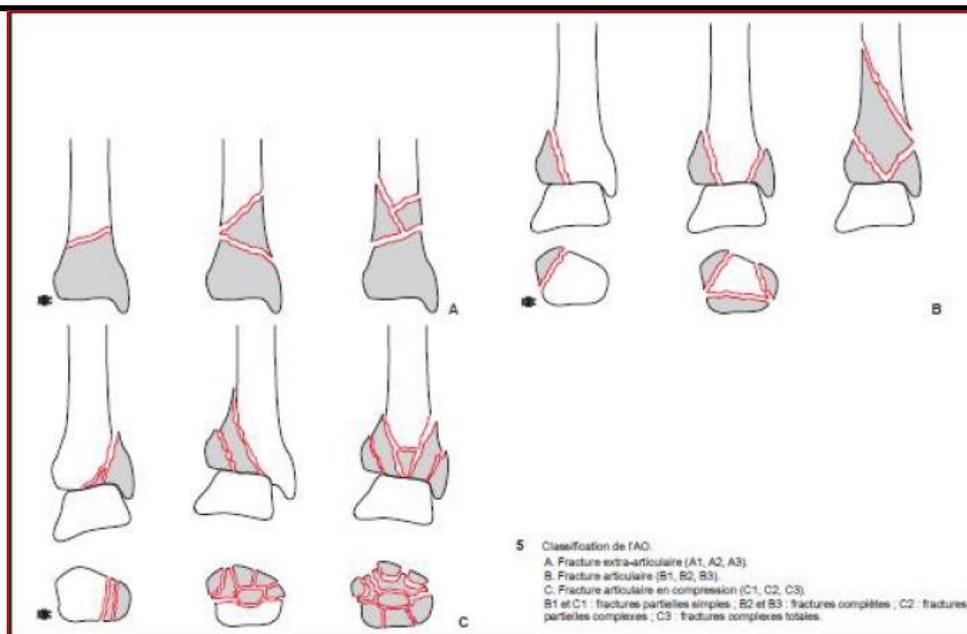
- A1 : métaphysaire simple.
- A2 : métaphysaire à coin.
- A3 : métaphysaire complexe.

Type B : fracture articulaire à trait(s) simple(s) réalisant une séparation, sans comminution épiphysaire.

- B1 : fracture-séparation.
- B2 : enfoncement articulaire, appelé aussi tassement.
- B3 : dissociation articulaire.

Type C : fracture-enfoncement articulaire, avec comminution épiphysaire fréquente.

- C1 : fracture-séparation à trait simple dans la métaphyse.
- C2 : multifragmentation dans la métaphyse avec trait articulaire.
- C3 : dissociation articulaire



**Annexe IV :****Tableau :Classification de Vives et Hourlier [59]**

<b>Classification de VIVES et HOURLIER</b>
<b>Type I : fracture incomplète simple</b>
<b>Type II : fracture incomplète complexe</b>
<b>Type III : fracture complète simple</b>
<b>Type IV : fracture complète complexe</b>

## Annexe v

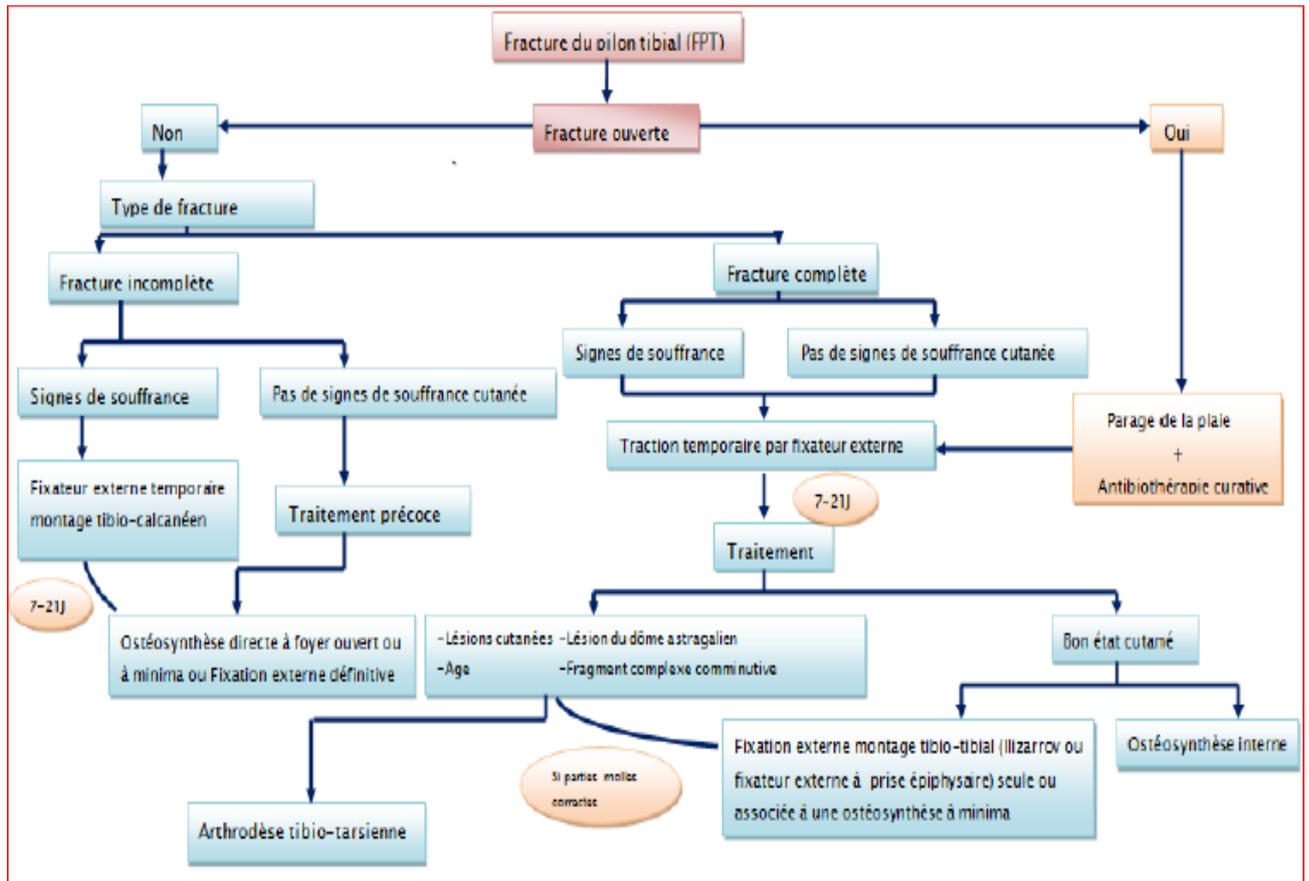
### **Facteurs augmentant le risque infectieux (d'après Acello [133]).**

1. Age
2. Tares associées (diabète, immunosuppression, ...)
3. Autres foyers infectieux
4. Etats de choc, polytraumatisme
5. Ostéosynthèse de mauvaise qualité
6. Antibiothérapie instaurée après 4 heures
7. Chirurgie prolongée
8. Fermeture prématurée de la plaie

### **Facteurs diminuant le risque infectieux (d'après Acello [133]).**

1. Traitement urgent de toute fracture ouverte
2. Exposition minime de la plaie
3. Parage chirurgical immédiat
4. Irrigation abondante de la plaie
5. Stabilisation du foyer de fracture
6. Antibiothérapie avant les 4 heures
7. Antibiothérapie la plus adaptée que possible

**Annexe VI :**



**Figure 70: Organigramme thérapeutique décisionnel**

# **BIBLIOGRAPHIE**

- [1]. Mauffrey C, Vasario G, Battiston B, Lewis C, Beazley J, Seligson D. Tibial pilon fractures: a review of incidence, diagnosis, treatment, and complications. *Acta Orthop Belg* 2011; 77:432–440.
- [2]. Boraiah S, Kemp TJ, Erwtaman A, Lucas PA, Asprinio DE. Outcome following open reduction and internal fixation of open pilon fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92: 346–52.
- [3]. Clare, M Sanders, R. Percutaneous ORIF of Periarticular. Distal Tibia Fractures. In: Scuderi, Giles R.; Tria, Alfred J. (Eds.) *Minimally Invasive Surgery in Orthopedics*, 1st Edition 2010;518–522.
- [4]. David P Barei MD, F., & MD, Fractures of the Tibial Plafond. *Foot Ankle Clin* 2008; 13(4), 571–591. S. E. N.
- [5]. M.Pellegrini , N. Cuchacovich, L. Lagos, H.Henríquez, G. Carcuro, C.Bastias, Minimally –invasive alternatives in the treatment of distal articular tibial fractures. *Fuß & Sprunggelenk* 2012; (10) 37—45.
- [6]. S.Matthews. Fractures of the tibial pilon, Mini symposium :Periarticular Fractures Of The Lower Limb, *Orhtopedics and Trauma* 2012;26;3.
- [7]. Copin G, Nerot C. Les fractures du pilon tibial de l'adulte (Symposium SOFCOT.Paris,nov 1991). *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 (suppl I) :33–83.
- [8]. Nerot C , Tozzini JP. Fractures récentes du pilon tibial de l'adulte.Actualisation des données anatomoradiologiques et présentation de la série.Classification des fractures du pilon tibial. *Rev Chir Orthop* 1992 ; 78 (suppl I) :36–45.
- [9]. CAUCHOIX J, DUPARC J, BOULIEZ P. Traitement des fractures ouvertes de la jambe. *Mem Ac Chiur* 1957; 83 : 811.
- [10]. TCHERNE H, GOTZEN L *Fraktur and weichtelschaden Heidelberg*, Springer-Verlag, 1983

- [11]. H. Jansen , A.Fenwick , S.Doht , S.Frey , R.Meffert Clinical outcome and changes in gait pattern after pilon fractures International Orthopaedics (SICOT) 2013;37:51–58
- [12]. ARLETTAZ Y, BLANC C H, CHEVALLEY F. Les fractures du pilon tibial. Etude rétrospective à long terme de 51 fractures traitées par réduction sanglantes et ostéosynthèse. Rev Chir Orthop 1998; 84: 180–188.
- [13]. Destot E. Traumatismes du pied et rayons X. Masson ;1911 .
- [14]. C.Dujardin,M.Goldzak, P.Simon. Fractures du pilon tibial, EMC, Techniques chirurgicales –orthopédie–Traumatologie 2009 ; 44–878.
- [15]. Delcoux P,Razemon JP,Rouselle Y. Fractures du pilon tibial. Rev Chir Orthop 1961 ;47:563.
- [16]. Laugue–Hansen N. Fractures of the ankle ;pronation–dorsiflexion fractures. Arch Surg 1953 ; 67 :813–20.
- [17]. Witt AN. Supramalleolare fracturen Kombiniert mit Luxations–fracturen des OSG,ihre Gefahren für die Zirkulation und ihre Behandlung. WiederherstChir Traumat,1960,5,15.
- [18]. Müller ME ; Les fractures du pilon tibial. Rev Chir Orthop, 1964;50,557.
- [19]. Ruedi T Fractures of the lower end of the tibia into the ankle joint:results 9 years after open reduction and internal fixation. Injury,1973 ;5,130–134.
- [20]. Ruedi TP,Allgower M, The operative treatment of intra–articular fractures of the lower end of the tibia. Clin Orhtop,1979; 138,105–110.
- [21]. Reudi TP.Allgower M Fractures of the lower end of the tibia into the ankle joint. Injury,1969;1,92–99.
- [22]. Ovadia DN,Beals RK: Fractures of the tibial plafond. J Bone J Surg (Am).1986;68,543–551.

- [23]. Heim U, Naser M Operative treatment of distal tibial fractures. Technique of osteosynthesis and results in 128 patients (author's transl). Arch Orthop Unfall-Chir. 1976;86:341-356.
- [24]. Crutchfield EH, Seligson D, Henry SL, Warnholtz A. Tibial pilon fractures: a comparative clinical study of management techniques and results. Orthopedics, 1995;18:613-617.
- [25]. BOURNE R B. Pilon fractures of the distal tibia. Clin Orthop 1989;240 : 42-46.
- [26]. Patterson MJ, Cole JD. Two-staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. J Orthop Trauma 1999;13:85-91.
- [27]. EVANH. KARAS, LONS. WEINER. Displaced pilon fractures. Orthop. Clin. North America, 1994; 25,4
- [28]. DECOULX P, RAZEMON J-P, ROUSSELLE Y, Fractures du pilon tibial, Rev Chir Orthop 1961;47:563-577.
- [29]. Nicandri GT, Dunbar RP, Wahl CJ. Are evidence-based protocols which identify vascular injury associated with knee dislocation underutilized? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2010;18:1005-1012.
- [30]. HECKEL T, JENNY. Méthodologie de l'étude et présentation globale de la série. Cahiers d'enseignement de la Sofcot 66eme réunion annuelle Rev Chir Orthop 1992 ; 78.
- [31]. HELFET D, KENNET K, PAPPAS J. Intra-articular pilon fractures of the tibia. Clin Orthop Related Research 1994; 298: 221 - 228.
- [32]. KAO KF, HUANG PL, CHEN YW, LIN SY, KO SH. Postero-medio-anterior approach of the ankle for the pilon fracture. Injury 2000 ; 31 : 71 - 4.
- [33]. BORRELLI J Jr, ELLIS E. Pilon fractures: assessment and treatment. Orthop Clin North Am. 2002 Jan; 33(1):231 - 45

- [34]. CONROY J, AGARWAL M, GIANNOUDIS PV, MATTHEWSJE. Early internal fixation and soft tissues cover of sever open tibial pilonfractures. International Orthopaedics 2003; 27(6):343 – 47.
- [35]. LEUNG F, KWOK HY, PUN ST, CHOW SP. Limited open reduction and Ilizarov external fixation in the treatment of distaltibialfractures. Injury2004 ; 35(3):278 – 83.
- [36]. M.ARZAZ Fracture du pilon tibial, expérience du service de traumatologie orthopédie, concernant 25 cas à l'hôpital MOULAY SMAIL de MEKNES . Thèse Med Rabat 2005 N° 185.
- [37]. M.Assal Fractures du pilon tibial EMC–App.locomoteur.Volume 14–078–A–10–2012.
- [38]. BENCHAKROUN M, ISMAEL F, YACOUBI H et coll. Les fractures du pilon tibial à propos de 30 cas. Médecine et Armées 2003; 31(2): 113–120.
- [39]. VIVES P,DE LESTRANG M, HOURLIER H. Anatomie, physiologie de la tibio-tarsienne. EMC, Appareil locomoteur,14088A10 ,5–1986,4p.
- [40]. Dr.A.Abaraou. Arthroscopie de la cheville,expérience du service traumatologie orthopédie,concernant 6cas à Rabat,thèse N°200 ,2011.
- [41]. McCann PA, Jackson M, Mitchell ST, Atkins RM. Complications of definitive openreduction and internal fixation of pilon fractures of the distal tibia. Int Orthop2011;35:413–8.
- [42]. TOPLISS CJ, JACKSON M, ATKINS RM. Anatomy of pilon fractures of the distal tibia. J Bone Joint Surg 2004,
- [43]. Sanders DW,Tieszer C,Corbett B, Operative versus monopoperative treatment of unstable lateral malleolar fractures: a randomized multicenter trial. J.Orthop Trauma 2012; 26:129–34

- [44]. Liporace FA, Yoon RS. Decisions and staging leading to definitive open management of pilon fractures: where have we come from and where are we now? *J Orthop Trauma* 2012;26: 488–98.
- [45]. Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici Jr D. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma* 2004; 18:S32–8.
- [46]. Papadokostakis G, Kontakis G, Giannoudis P, Hadjipavlou A. External fixation devices in the treatment of fractures of the tibial plafond: a systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:1–6.
- [47]. Bacon S, Smith WR, Morgan SJ, Hasenboehler E, Philips G, Williams A, et al. A retrospective analysis of comminuted intra-articular fractures of the tibial plafond: open reduction and internal fixation versus external Ilizarov fixation. *Injury* 2008; 39:196–202.
- [48]. G.C.Babis,P.Kontovazenitis,D.S.Evangelopoulos,P.Tsailas,K.Nikolopoulos,P.N ;Soucacos ; Distal tibial fractures treated with hybrid external fixation , *Injury,Int.J.Care Injured* ;2010 (41) 253–258.
- [49]. MANCA M, MARCHETTI S, RESTUCCIA J, FALDINI A,FALDINI C,GIANNINI S. Combined percutaneous internal and external fixation of type C tibial plafond fractures. *J Bone Jo int Surg Am*;2003 May; 85 – A (5) : 912.
- [50]. MICHELSON D. Fracture about the ankle. *J Bone Joint Surg (am)* 1995, 77,p.142–152
- [51]. CHORFI W. Fracture luxation de la cheville.Thèse méd. Casablanca 2009 ; n° 94.
- [52]. LABAREYE H,RODINEAU J. Fractures de fatigue du pied et de la cheville. EMC, podologie ; 2002 ,27–100–A–75,11p

- [53]. BIGA N, LAURENT M, ALAIN J, THOMINE J.M. Facteurs pronostiques, évolutivité, corrélation radio-clinique et tolérance des cals vicieux. Rev Chir Orthop 1992 ; suppl I, 78.SOFCOT, 66 réunion annuelle
- [54]. COUDERT B,RAPHAEL M. Traumatisme récent de la cheville. EMC,médecine d'urgence;2007, 25-200-G-30
- [55]. SALEH M, EL-SHAZLY M, ALI A, MC GREFOR-RILEY J. Utilisation du fixateur hybride de Sheffield en traumatologie.  
[www.maitriseorthop.com/corpusmaitri/orthopaedic/99\\_saleh/saleh.shtml](http://www.maitriseorthop.com/corpusmaitri/orthopaedic/99_saleh/saleh.shtml)
- [56]. DETENBECK L.C,KELLY P.J. Total dislocation of the talus. J Bone Joint Surg;1969;51:283-288
- [57]. H. Jansen , A.Fenwick , S. Doht ,S. Frey , R. Meffert Clinical outcome and changes in gait pattern after pilon fractures International Orthopaedics (SICOT) ;2013, 37:51-58
- [58]. OTHMANE BOUYALITENE. Fracture bimalléolaire.Thèse Casablanca 2003, n°126
- [59]. Vives P,Hourlier H,DeLestang M,Dorde T,Letot P,Senlecq F. Etude de 84 fractures du pilon tibial de l'adulte.Essai de classification. Rev Chir Orthop 1984 ;70 ;129-39.
- [60]. Müller M,Nazarien S,Koch P,Schatzker J. The comprehensive classification of fractures of long bones. Berlin:Springer-Verlag;1990.
- [61]. Rûedi T,Matter P,Allgôwer M. Die intraartikularen Fracturen des distalen Unterschenkendes. Helv Chir Acta 1968; 35 :556-82.
- [62]. DeLestang M,Hourlier H. Ostéosynthèse à foyer ouvert des fractures du pilon tibial.Traitement opératoire par voie antéro-externe. Rev Chir Orthop 1992; 78 (supplI) :54-6.

- [63]. Hourlier H. Fracture récente du pilon tibial. A propos de 84 cas .(thèse),Amiens,1981.
- [64]. Thierry Judet. Anatomie et physiopathologie du pied . In : pied et cheville. Imagerie et clinique , 2001.
- [65]. BAREI D P, NORK S E, BELLABARBA C, SANGEORZAN B J. Is the absence of an ipsilateral fibular fracture predictive of increased radiographic tibial pilon fracture severity? J Orthop Trauma ;2006, 20(1): 6–10.
- [66]. COPIN G. Fractures récentes du pilon tibial de l'adulte. Rev, Chir, Orthop. 1992, supp 1, vol78. SOFCOT, 66ème Réunion annuelle.
- [67]. F. Dujardin, H. Abdulmutalib , A.C. Tobenas Total fractures of the tibial pilon 2014 Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research 100 ;2014, S65–S74
- [68]. HEIM U. Fractures du pilon tibial. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT 1997 ; pp 35–51.
- [69]. I.S.Tarkin,M.P.Clare,A.Marcantonio,H.C.Pape. An update on the management of high – energy pilon fractures, Injury,Int.J.Care Injured;2008, 39,142 – 154.
- [70]. M.Bozkurt,MD,,D.A. OcguderMD,M.Ugurlu,MD,T.Kalkan,MD. Tibial Pilon fracture repair using Ilizarow external fixation,capsuloligamentotaxis,and early rehabilitation of the ankle, The Journal of foot and ankle surgery ;2008,47(4):302 – 306.
- [71]. T.Lee,DPM,Neal M.Biltz,DPM,FACFAS,S.M.Rush,and all, Percutaneous Contoured Locking Plate fixation of the pilon fracture:surgical technique, The journal of foot and ankle surgery,47,6,2008,598 – 602.

- [72]. O.Poyanli,MD,I.Esenkaya,MD,A.T,Ozkut,MD,M.A.Akcal,MD,K.Akan,MD,K.Una y,MD. Minimally Invasive Reduction technique in split depression type tibial pilon fractures, *The journal of foot and ankle surgery* 51;2012, 254–257.
- [73]. JOSEPH BORRELI, ERIK ELLIS. Pilon fractures assessment and treatment. *Orthopedics Clinics of North America* 2002; 33(1): 231–245.
- [74]. DE BOER P, METCALFE R. Pilon fractures of tibia. Mini symposium: Tibial fractures. *Current Orthopaedics* 2003; 17: 190–199
- [75]. SIRKIN M, SANDERS R. The treatment of pilon fractures. *Orthop Clin North Am* 2001; 32(1): 91–102.
- [76]. Plaweski.S, Huboud–Peron.A,Faure.C ,Merloz.P, Fractures du pilon tibial. *Encyclopédie médico–chirurgicale(Elsevier,Paris),Appareil locomoteur,14–087–A10,1999–Podologie,1999,13p.*
- [77]. PLAWENSKI S,ABUM, FAURE C. Ostéosynthèse à foyer ouvert des fractures du pilon tibial, Technique classique. *Rev. Chir.Orthop.*1992, supp1, vol78. SOFCOT, 66ème Réunion annuelle.
- [78]. P.Cronier,V.Steiger,S.Rammelt , Early open reduction and internal fixation of pilon fractures, *Fuß & Sprunggelenk* 10:2012,12—26
- [79]. Grose A, Gardner MJ, Hettrich C, Fishman F, Lorich DG, Asprinio DE, et al. Openreduction and internal fixation of tibial pilon fractures using a lateral approach. *J Orthop Trauma* 2007; 21:530–7.
- [80]. U. Heim, *The pilon tibial fracture: classification,surgical techniques, results*, W.B. Saunders, Philadelphia, 1995.
- [81]. BHATTACHARYYA T, CRICLOW R, GOBEZIE R, KIM E, VRAHAS M S. Complications associated with the postero–lateral approach for pilon fractures. *J Orthop Trauma* 2006; 20(2): 104–107.

- [82]. Mandracchia V.J. Pilon fractures of the distal tibia Clin. Pediat. Med . Surg, 1999, 16(4): 743–767.
- [83]. Lee YS, Chen SW, Chen SH, Chen WC, Lau MJ, Hsu TL. Stabilisation of the fractured fibula plays an important role in the treatment of pilon fractures. IntOrthop 2009;33: 695–9.
- [84]. Kabukaroglu.Y,Kucukkaya M,Eeren T.3et al. The ANK device :a new approach in the treatment of the fractures of the lateral malleolus associated with the rupture of the syndesmosis. Foot Ankle Int 2000; 21 :753–8.
- [85]. Y.Asloum,B.Bedin,T.Roger, J–L.Charissoux,J–P Arnaud,C.Mabit. L’ostéosynthèse de la fibula dans les fractures de cheville.Etude prospective, randomisé et comparative :Plaque versus clou Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique ;2014 ,100S ,S51–S55
- [86]. C.J. Topliss, M. Jackson, R.M. Atkins, Anatomy ofpilon fractures of the distal tibia, J Bone Joint Surg B 87B ;2005,692—697.
- [87]. Blauth M,Bastian L,Krettek C,Knop C,Evans S. Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fractures : a study of three techniques. J Orthop Trauma 2001;15 :153–60.
- [88]. Babis GC,Vayanos ED,Papaioannou N,Pantazopoulos T. Results of surgical treatment of tibia plafond fractures. Clin Orthop Relat Res 1997;341: 99–105.
- [89]. WYRSCH BRAD, MC FERRAN. Operative treatment of fractures of the tibial plafond. J.Bone Joint Surj; 1996,78 – A, 11.
- [90]. LEONE V, ROBERT R. The management of the soft tissue in pilon fractures. Clin Orthop Related Research 1993; 292: 315 – 320

- [91]. BOUR P, AUBRY P, FIEVE G. Vascularisation du pilon tibial. Applications thérapeutiques. Rev. Chir. Orthop. 1992 supp I, vol 78. SOFCOT, 66ème Réunion annuelle.
- [92]. Blauth M, Bastian L, Krettek C, Knop C, Evans S Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fracture s: a study of three techniques; 2001. J Orthop Trauma 15(3):153 - 160
- [93]. Biga N, Laurent M, Thomine JM. Fractures récentes du pilon tibial de l'adulte. Ostéosynthèse à foyer fermé. Le fixateur externe avec avec ostéosynthèse à minima du tibia. Rev Chir Orthop 1992; 78 (suppl I) :57 - 58.
- [94]. Aggarwal AK, Nagi ON, Hybrid external fixation in periarticular tibial fractures. Good final outcome in 56 patients. Acta Orthop Belg; 2006 ,72 (4) :434-40.
- [95]. Davidovitch RI, Elkataran R, Romo S, Walsh M, Egol KA. Open reduction with internal fixation versus limited internal fixation and external fixation for high grade pilon fractures. Foot Ankle Int ;2015;32:955-61.
- [96]. El-Shazly M, Dalby-Ball j, Burton M, Saleh M. The use of trans-articular and extra-articular external fixation for management of distal tibial intra-articular fractures. Injury 2001;32 (suppl.4):SD99-106.
- [97]. French B, Tornetta 3rd P. Hybrid external fixation of tibial pilon fractures. Foot Ankle Clin 2000;5(4):853-71.
- [98]. Koulouvaris P, Stafylas K, Mitsionis G, et al. Long-term results of various therapy concepts in severe pilon fractures. Arch Orthop Trauma Surg 2007;127 (5):313-20.

- [99]. Vidyadhara S, Rao SK. Ilizarov treatment of complex tibial pilon fractures. *Int Orthop* ;2006; 30:113–7.
- [100]. Kapukaya A, Subasi M, Arslan H. Management of comminuted closed tibial plafond fractures using circular external fixators. *Acta Orthop Belg* ;2005; 71:582–9.
- [101]. Endres T, Grass R, Biewener A, Barthel S, Zwipp H. Advantages of minimally invasive reposition, retention, and Ilizarov – hybrid fixation for pilontibial fractures with particular emphasis on C2/C3 fractures. *Unfallchirurg*;2004; 107:273–84.
- [102]. Bacon S,Smith W R,Morgan S J,Hasenboehler E,Philips G,Williams.A,Ziran B,Stahel P. A retrospective analysis of comminuted intra-articular fractures of the tibial plafond :Open reduction and internal fixation versus Ilizarov fixation. *Injury,Int J.Care Injured* ;2008, 39 ,196–202.
- [103]. Di Christina D,Riemer BL,Butterfield SL,Burke CJ. Pilon fractures treated with an articulated external fixation;a preliminary report. *Orthopedics* 2002; 19:1019–1024.
- [104]. BRUMBACK RJ, WILLIAM C, MC GARVEY. Fractures of tibial plafond; evolving treatment concepts for the pilon fractures. *Orthop. Clin. North Am* ; 1995, 26, n°2
- [105]. Rodier Brunt C, Meyer C. Le traitement des pertes de substance complexes en traumatologie aigue de la jambe. *J. Chir. ,* 2007, 130(6,7) :309–314.
- [106]. Vincent J. Leone, Robert T. The management of the soft tissues in pilon fractures *Clin. Orthop. Relat. Res* ; 2004, 192: 315–20.
- [107]. Denis Najean, Yves Tropet. Couverture en urgence des fractures ouvertes de la jambe. *Ann. Chir. PLast. Esthet. ,* 1994, 39(4)

- [108]. Panchbhavi VK. Minimally invasive stabilization of pilon fractures. *Foot Ankle Surg* 2005; 4 :240–8.
- [109]. Oh CW,Kyung HS ,Park IH, Kim PT,Ihn JC. Distal tibia metaphyseal fractures treated by percutaneous plate osteosynthesis. *Clin Orthop Relat Res* 2003;408 :2186–91.
- [110]. Redfern DJ,Syed SU,Davies SJM. Fractures of the distal tibia : Minimally invasive plate osteosynthesis. *Injury* 2004 ;35 :615–20.
- [111]. Pallister I ,Lorwerth A. Indirect reduction using a simple quadrilateral frame in the application of distal tibia LCPtechnical tips. *Injury* 2005 ;36 :1138–42.
- [112]. Cognet JM ,Altmann M ,Simon P. Matériel d’ostéosynthèse :vis et plaques. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris) ,Techniques chirurgicales– OrthopédieTraumatologie ;2008 ,44–015–A .
- [113]. Oguz .P, \_Irfan .E, Afsar .T– O, Mehmet .A–A, Kaya .A,Koray .U, Minimally Invasive Reduction Technique in Split Depression Type Tibial Pilon Fractures *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 51 ;2012, 254–257
- [114]. M.Assal, Fractures du pilon tibial, EMC–appareil locomoteur ;2012,7(1) :1–17 (Article 14–087–A–10).
- [115]. Nordin JY ,Perraudin JE . Fractures récentes du pilon tibial de l’adulte.Arthrodèse tibio–tarsiennes précoces. *Rev Chir Orthop* 1992 ;78 (suppl) :60–61.
- [116]. Evangelista PJ, Evangelista LM, Evangelista GT, Ruth JT, Mills JL. Delayed complete ischemia following a closed tibial shaft fracture. *Am J Orthop* ; 2013,42:569–572.

- [117]. Blauth M, Bastian L, Krettek C, et al. Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fractures: a study of three techniques. J Orthop Trauma; 2001; 15:153–60. 118. Anglen JO. Early outcome of hybrid external fixation for fracture of the distal tibia. J Orthop Trauma 1999;13:92–7.
- [118]. Masquelet AC. Atlas des lambeaux de l'appareil locomoteur. Montpellier:Sauramps médical; 2003.
- [119]. Rodier Brunt C. , Meyer C. Le traitement des pertes de substance complexes en traumatologie aigue de la jambe. J. Chir, 1993, 130(6,7) :309–314.
- [120]. T.Leemrijse , Prothèse totale de la cheville, Conférences d'enseignement,2010(n°99).
- [121]. E.Louis, Hamcha.H. La chirurgie du membre inférieur et réparatrice,la chirurgie du pied, CHU–magazine n°51–décembre 2010.
- [122]. Vinod K, Panchbhavi, Jason H Calhon. Arthroscopie de la cheville.201
- [123]. Cameron S.E. Noninvasive distraction for ankle arthroscopy. Arthroscopy; 2009; 13, 3: 366–369.
- [124]. CABROLE ,LEFEVREC, LENEND ,RIOTO. Complications des fractures. EMC, Appareil locomoteur,14 – 031 – A – 80,199 7 ; 14p.
- [125]. LASSEN.R, BORRIS.L, ROUMEN L. , ENGEL. N. Use of the low–molecular–weight heparin to prevent deep–vein thrombosis after leg injury requiring immobilization. J Med 2012 Sep 5; 347 (10): 726–30.
- [126]. Charalampos. G –Z, Randalle.M, Scottlevin .L,Machael J–P. Management of open fractures and subsequent complications. J Bone joint Surg Am 2015; 89: 884–895.

- [127]. Vaillant. J, Chopin. P, Nguyen-Vaillant MF,Saragaglia.D. Fractures de jambe et du cou de pied. Encycl Méd Chir, kinésithérapie, médecine physique, réadaptation 2005 ; 26-250-B010.
- [128]. Ristiniemi J. External fixation of tibial pilon fractures and fracture healing. Acta Orthop Suppl 2007;78(326):3, 5-34.
- [129]. Salter R,Simmonds DF,Malcom BW,Rumble EJ,MacMichael D,Clements ND. The biological effect of continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage.An experimental investigation in the rabbit. J Bone Joint Surg Am 1980; 62:1232-51.
- [130]. Bradwyrsh.B , Mark A , Mc Ferran . Operative treatment of fractures of the tibial plafond. J. Bone Joint Surg 1996, 78-A, 11.
- [131]. GARCIA J Traumatismes du membre inférieur. EMC,appareil locomoteur 2003 ;31-030-G-20,27p
- [132]. ACELLO A.N,AUGEREAU B,BOMBART M,APOIL A,FEUILHADE P. Les énucléations partielles ou totales de l'astragale :intérêt du traitement conservateur. Rev.Chir Orthop 1989 ;75 :34-39
- [133]. Candoni PH ,Rochwerger A,Sbihi A,Roge F,Curvale G. Les fractures du pilon tibial :intérêt de la fixation externe dans la prévention des complications septiques.Etude rétrospective et évolution de 70 fractures traitées. Revue de Chirurgie Orthopédique Suppl 2004 ; 90 :122.
- [134]. COLMAR M,LANGLAIS F. Complications précoces des fractures du pilon tibial. Rev.Chir.Orthop 2007; suppl, vol78. SOFCOT ,66ème Réunion annuelle.
- [135]. Wyrsh B, McFerran MA, McAndrew M, et al. Operative treatment of fractures of the tibial plafond. A randomized, prospective study. J Bone Joint Surg Am 1996; 78:1646-57.

- [136]. McCann PA, Jackson M, Mitchell ST, Atkins RM. Complications of definitive open reduction and internal fixation of pilon fractures of the distal tibia. *Int Orthop* 2015;35:413–8.
- [137]. Lahrach.K,Boutayeb.F Résultats du traitement chirurgical des fractures du pilon tibial – à propos de 50 cas *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique* 89e Réunion annuelle de la SOFCOT Vm 100, Issue 7, Supplement, 2014, Pages S303– S304
- [138]. HAVET E, ALVOR G, GABRION A, et coll. Résultats thérapeutiques à long terme des fractures du pilon tibial : A propos de 50 fractures à 7 ans de recul minimum. *Rev Chir Orthop* 2003 ; 89(6) : 97.
- [139]. JEAN-CHRISTOPHE LAMBOTTE, FRANTZ LANGLAIS. Fracture bimalléolaire chez l'adulte. *Rev. Prat.* 200 5; 50 : 2053 – 2057.
- [140]. J.Mc Kean ,DO.Cuellar ,D.Hak ,C.Mauffrey. Osteoporotic ankle fractures :an approach to operative management . *Orthopedics* 2013 ; 36 :936–40.
- [141]. Havet E,Alovor G,Gabrion A,Mertl P,Jarde O. Résultats thérapeutiques à long terme des fractures du pilon tibial :A propos de 50 fractures à 7 ans de recul minimum. *Revue de Chirurgie Orthopédique Suppl.*2003 ; 89 :97.
- [142]. PLAWESKI S,HUBOUD A,FAUVRE C ET MERLOZ P. Fractures du plon tibial. EMC (elsevier Paris), app.locomoteur,14–087–A–10,1999,15p
- [143]. Roussignol X, Currey C, Duparc F, Dujardin F. Indications et résultats avec lesystème à ultrasons Exogen dans la prise en charge des pseudarthroses. *RevChir Orthop* 2012; 98:183–91.
- [144]. Kapoor SK, Kataria H, Patra SR, Boruah T. Capsuloligamentotaxis and definitivefixation by an ankle–spanning Ilizarov fixator in high–energy pilon fractures. *JBone Joint Surg Br* 2010;92:1100–6.

- [145]. Boraiah S, Kemp TJ, Erwtaman A, Lucas PA, Asprinio DE. Outcome following open reduction and internal fixation of open pilon fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92:346–52.
- [146]. BHATTACHARYYA T, CRICHLLOW R, GOBEZIE R, KIM E, VRAHAS M S. Complications associated with the postero-lateral approach for pilon fractures. *J Orthop Trauma* 2006; 20(2): 104–107.
- [147]. Yildiz, Cemil; Atesalp, A. Sabri; Demiralp, Bahtiyar; Gur, Ethem High-Velocity Gunshot Wounds of the Tibial Plafond Managed With Ilizarov External Fixation: A Report of 13 Cases. *Journal of Orthopaedic Trauma* July 2003; 17(6):421–429.
- [148]. Galois L, Traversari R, Girard D, Mainard D, Delagoutte J.P. Résultats des traitements des fractures du pilon tibial : à propos d'une série rétrospective de 20 cas. *Revue de Chirurgie Orthopédique Suppl* 2003 ;89.
- [149]. Kilian O, Bundner MS, Horas U, Heiss C, Schnettler R. Long-term results in the surgical treatment of pilon tibial fractures. *Chirurg* 2002;73:65–72.
- [150]. Leonard M, Magill P, Khayyat G. Minimally invasive treatment of high velocity intra-articular fractures of the distal tibia. *Int Orthop* 2009;33:1149–53.
- [151]. Kapoor SK, Kataria H, Patra SR, Boruah T. Capsuloligamentotaxis and definitive fixation by an ankle-spanning Ilizarov fixator in high-energy pilon fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92:1100–6.
- [152]. McCann PA, Jackson M, Mitchell ST, Atkins RM. Complications of definitive open reduction and internal fixation of pilon fractures of the distal tibia. *Int Orthop* 2011;35:413–8.
- [153]. OUMARI N. Les fractures du pilon tibial : à propos de 41 cas. Thèse Méd. Casablanca .n°192.

- [154]. Gursimrat. S, Sumit .A ,Dhananjaya .S, Jatinder.S, Navneet.G, Lalit.M, The results of two–staged operative management of pilon fractures—a review of 25 cases Department of Orthopaedic Surgery 2011; JCOT Vol.
- [155]. Simon.P,Cognet.JM Techniques d’ostéosynthèse des fractures diaphysaires de jambe de l’adulte EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales–Orhtopédie–Traumatologie 2006;44–870,