



Année: 2017

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



Thèse N°42/17

# L'INTRÉRÊT DE L'OSTÉOSYNTHÈSE DE LA FIBULA DANS LE TRAITEMENT DES FRACTURES DU QUART DISTAL DE LA JAMBE (À propos de 46 CAS)

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 28/02/2017

PAR

M. BOUDRA EL HOUSSAINE

Né le 28/03/1992 à KHENIFRA

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Jambe - Fractures du Quart distal - Fixation de la fibula

JURY

- |    |   |                         |
|----|---|-------------------------|
| M. | EL MRINI ABDELMAJID.....                    | PRESIDENT ET RAPPORTEUR |
|    | Professeur de traumatologie-orthopédie..... |                         |
| M. | AFIFI MY ABDERRAHMANE.....                  | } JUCES                 |
|    | Professeur de chirurgie pédiatrique .....   |                         |
| M. | BENZAGMOUT MOHAMMED .....                   |                         |
|    | Professeur agrégé de neurochirurgie.....    |                         |

# PLAN

## **LISTE DES GRAPHIQUES**

**Graphique 1:** Répartition des cas selon l'âge.

**Graphique 2:** Répartition des cas selon le sexe.

**Graphique 3:** Mécanisme du traumatisme:

**Graphique 4:** Etiologie du traumatisme.

**Graphique 5:** Répartition des cas en fonction de côté atteint.

**Graphique 6:** Répartition selon l'ouverture cutanée.

**Graphique 7:** Répartition des cas en fonction des lésions associées.

**Graphique 8:** Répartition des fractures selon classification AO.

**Graphique 9:** Répartition des cas selon le déplacement.

**Graphique 10:** Répartition des cas en fonction du type de déplacement.

**Graphique 11:** Répartition des fractures en fonction du type de trait de la fibula.

**Graphique 12:** Répartition des fractures de la fibula selon Classification AO.

**Graphique 13:** Siège des fractures de la fibula par rapport au trait du tibia.

## **LISTE DES FIGURES**

**Figure 1:** Classification des fractures du quart distal selon AO.

**Figure 2:** Voie d'abord sous rotulien (service de traumatologie-orthopédie 2 CHU HASSAN II).

**Figure 3:** Fracture du quart distal du tibia traité par enclouage-centromédullaire associée à une fixation de la fibula par une plaque DCP.

**Figure 4:** Ostéosynthèse d'une fracture du quart distal du tibia par plaque associée à une fixation de la fibula.

**Figure 5:** Ostéosynthèse d'une fracture du quart distal du tibia par un fixateur externe associée à une fixation de la fibula par plaque et vissage de la malléole interne.

**Figure 6:** Fracture distale des deux os de la jambe, exemple de cal vicieux.

**Figure 7:** A: Une radiographie d'un patient qui présente une fracture du quart distal du tibia et de la fibula.

B: La radiographie du contrôle après le traitement chirurgical qui a été réalisé par enclouage centromédullaire verrouillé pour le tibia, et par plaque type DCP pour la fibula.

**Figure 8:** Radiographie du contrôle du même patient faite 18 semaines après le traitement.

**Figure 9:** Schéma du carré épiphysaire selon Müller.

**Figure 10:** Tibia et Fibula. A : vue postérieure, B : vue postéro-médiale de l'extrémité inférieure.

**Figure 11:** Les rapports anatomiques de la partie distale de la jambe.

**Figure 12:** Vue latérale du quart distal de la jambe.

**Figure 13:** Vue postérieure de la partie distale de la jambe.

# **INTRODUCTION**

Les fractures extra-articulaires de l'extrémité distale du tibia dites supra-malléolaires ont été individualisées par Gérard et Evrard[1], Zeman et Roux [2], et Utheza et al [03], Elles comportent un trait tibial situé en partie ou totalement dans le massif spongieux métaphysaire et s'associent inconstamment à une fracture fibulaire de niveau variable.

Sur une radiographie de face, la longueur du tibia étant précisée, le trait de la fracture est alors situé dans sa totalité au niveau du quart inférieur du tibia alors que l'articulation de la cheville est indemne. Contrairement aux définitions fixant en centimètre la limite supérieure par rapport à l'interligne articulaire tibio-astragalienne, Mourgue [4]: 8cm, cette définition tient compte des variations individuelles de la longueur du tibia.

Ces lésions ont récemment fait objet d'études descriptives mais dans lesquelles la fracture fibulaire est peu ou pas intégrée [05—06]. Pourtant plusieurs travaux biomécaniques ont souligné son importance dans la stabilité globale lorsque le foyer tibial était fixé chirurgicalement [07—08]. Ainsi, le geste thérapeutique sur la fibula n'est pas consensuel oscillant entre l'abstention thérapeutique [09,10], une fixation quasi-systématique ou fortement recommandée [11—12], ou une attitude électique tenant compte des lésions anatomiques fibulaires, de leur siège et de leur réductibilité [13—14].

Le caractère « concurrentiel » de la fixation fibulaire dans la consolidation du foyer tibial est même évoqué [15,16]. Cette étude avait pour but principal de préciser les aspects lésionnels fibulaires, de rechercher leurs corrélations, leur impact sur la réduction et la consolidation vis-à-vis du foyer tibial et de proposer une attitude thérapeutique. Les publications issues de l'expérience sont rares ce qui souligne d'autant l'intérêt de cette étude.

# **PATIENTS ET MÉTHODES**

## **I. Patients :**

C'est une étude rétrospective, étalée sur une période de janvier 2013 au juin 2016, que nous avons fait au service de traumatologie-orthopédie 2 du CHU Hassan II Fès. Elle concerne quarante-six(46) cas de fractures du quart distal de la jambe, associées à une fracture de la fibula, traités tous chirurgicalement.

### **1. Critères d'inclusion:**

On ne retiendra dans notre travail que les fractures dont le trait siège dans le quart inférieur de la jambe mesuré sur une radiographie de la face et respecte la surface articulaire du pilon tibial. Les trois points essentiels de cette définition méritent quelques commentaires :

**La limite inférieure :** est représentée par la surface articulaire intacte du tibia.

**La limite supérieure:** est obtenue par la mensuration d'une longueur égale au quart de la longueur du tibia sur une radiographie standard de la jambe.

### **2. Critères d'exclusion :**

Les malades perdus de vue, sortant contre avis médical, non opérés ou décédés avant le traitement chirurgical sont exclus.

On exclue également de notre étude les fractures du quart distal avec fibula intacte et du pilon tibial.

## **II. Méthode D'exploitation:**

Nous avons établi une fiche d'exploitation exhaustive où tous les paramètres et les renseignements ont été tirés des dossiers des patients, des registres et de comptes rendues. Notre fiche d'exploitation comporte les données suivantes :

- Les données relatives aux patients.
- Les caractères étiologiques et anatomiques des fractures.
- L'existence de lésions associées.

- Les modalités techniques d'ostéosynthèse du quart distal du tibia et de la fibula.
- Les complications postopératoires précoces, intermédiaire, tardives.
- Les résultats anatomiques et fonctionnelles du traitement.

**FICHE D'EXPLOITATION****N° d'entrée :****N° de dossier :****Nom :****Prénom :****Age :****Sexe :** -M -F**Antécédents :****Médicaux :** - HTA - Diabète - Ostéoporose - Autres**Chirurgicaux :** Non : Oui :**Orthopédiques :****Toxiques :** Non : Oui :**Autre :****Circonstance du traumatisme :** - AVP - Accident de sport - Autres**Mécanisme :** - Direct - Indirect - Non précisé**Côté atteint :** - Droit - Gauche - Bilatéral**Date et heure du traumatisme :****Clinique:****Inspection :** - Œdème - Ecchymose - Déformation :

- Rotation extérieure - Raccourcissement

-Varus - Valgus

**Lésions associées :**

- Etat cutané : -Fracture fermée : - Fracture ouverte : (type Cauchoix et Duparc)
  - Stade 1
  - Stade 2
  - Stade 3
- Complications vasculo-nerveuses : - Lésions vasculaires
  - Lésions neurologiques
- Lésions locorégionales : - Talus - Calcanéum
- Autres traumatismes : - Membre supérieur - Membre inférieur Crânien
  - Thoracique - Facial Bassin - Rachis

**Soins déjà reçu :****Radiographies demandées :** - Radiographie de la jambe face et profil - TDM**Classifications:** Selon la classification d'AO MULLER :

Type A1-1                      A1-2                      A1-3

Type A2-1                      A2-2                      A2-3

Type A3-1                      A3-2                      A3-3

Selon la stabilité de la fracture    Fracture stable                      Fracture instable

**Déplacement :** - Chevauchement    - Angulation    - Translation    - Rotation**Traitement:****Traitement préopératoire :**    HBPM                      AINS                      ATB**Traitement per opératoire:**    HBPM                      ATL                      ATB**Orthopédique d'attente :** Attelle cruro-pédieuse provisoire**Chirurgicale :****Délai d'ostéosynthèse :****Type d'Anesthésie :**    - Générale                      - Locorégionale**Ostéosynthèse du tibia :****Type de l'ostéosynthèse :**

Enclouage :

Plaque vissé :

Fixateur externe :

**Ostéosynthèse de la fibula :**

Voie d'abord :

Type de l'ostéosynthèse :

**Durée de l'intervention chirurgicale :****Rééducation :**    - Non                      -Oui :**Durée d'hospitalisation :****Complications :****Précoces :**    - Etat de choc                      - Phlyctènes                      - Infections

- Complications thromboemboliques

**Secondaires :**    - Nécrose cutanée                      - Déplacement secondaires

- Syndromes de loge                      - Irréductibilité

**Tardives :**    - Retard de consolidation                      - Ostéite de la jambe

- Cals vicieuses :                      - Pseudarthrose

- Trouble trophique                      - Autres

**Résultats :**

**Recul :**

**Résultat fonctionnels :**

**Evolution radiologique :**

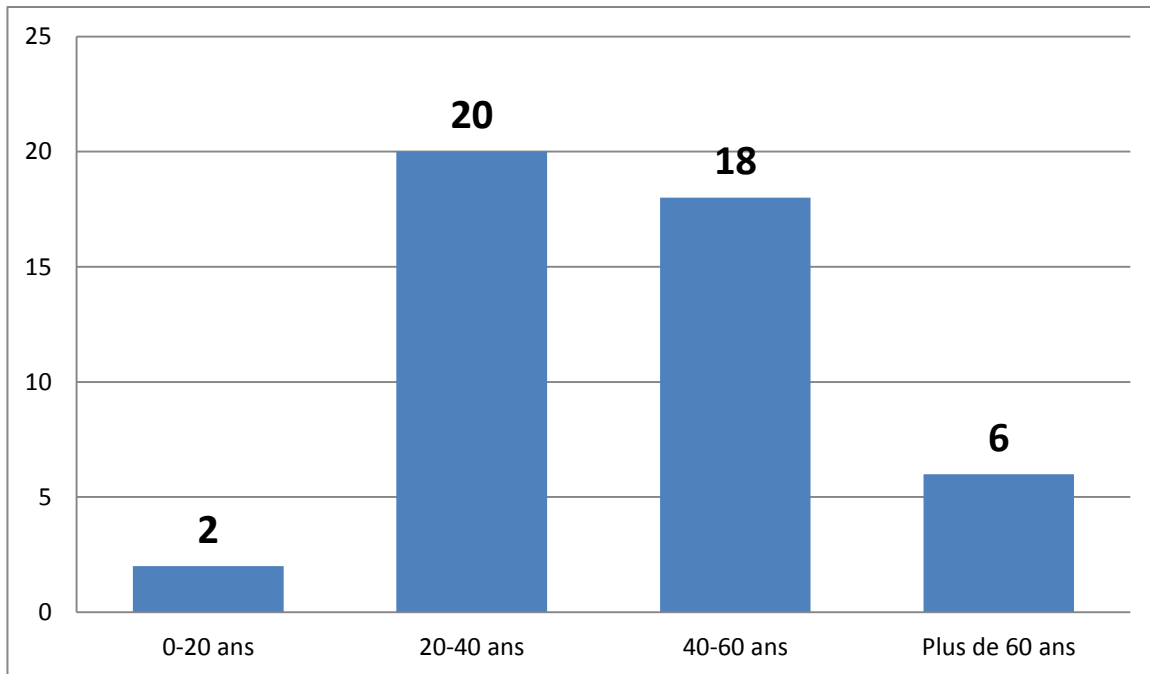
- Cals vicieux.
- Déviations frontales : Valgus Varus
- Sagittales : Flessum Recurvatum
- Déviations transversales: Rotation interne Rotation externe

# RÉSULTATS

## I. Épidémiologie :

### 1. Âge :

L'âge varie entre 18 et 75 ans (moyenne de 45 ans).



**Graphique 1: Répartition des cas selon l'âge.**

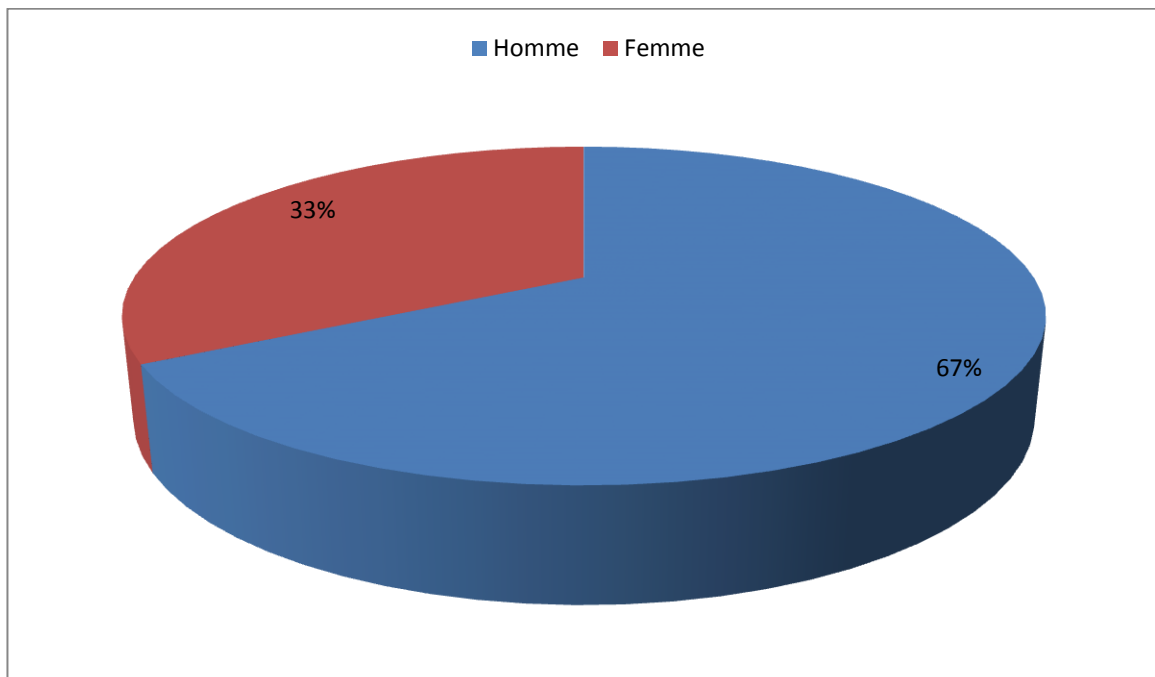
### 2. Sexe:

La répartition selon le sexe montre une nette prédominance masculine :

-Sexe masculin: 29 cas (67 %)

-Sexe féminin: 17 cas (33 %)

Les hommes sont plus atteints que les femmes vu qu'ils sont plus actifs physiquement, ce qui les expose au risque de traumatisme.



**Graphique 2: Répartition des cas selon le sexe.**

### **3. Mécanisme :**

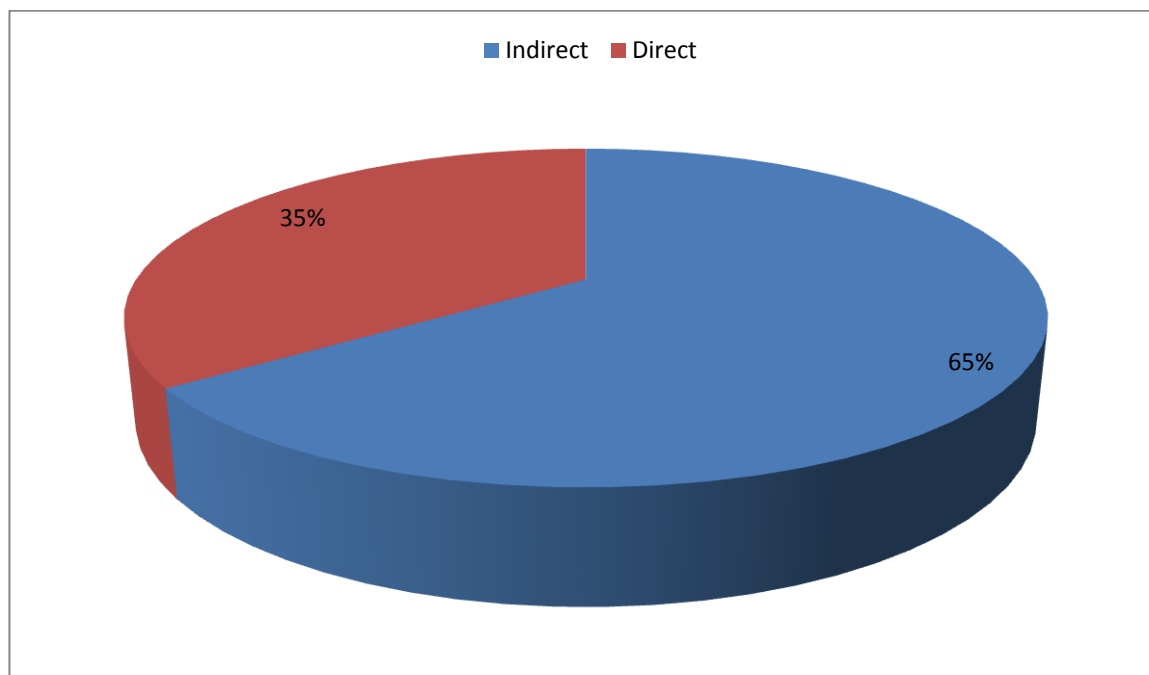
Le mécanisme peut être direct ou indirect :

- En cas de traumatisme direct, la fracture se produit au point d'impact (pare-chocs, coup-de-pied, écrasement). Dans ce cas, il s'agit de fractures fréquemment ouvertes et toujours siège de lésions des parties molles avec décollement sous-cutané plus ou moins important. Dans le cadre des fractures fermées, il existe fréquemment une contusion cutanée qui peut, au cours de l'évolution, transformer ces fractures en fractures ouvertes.

- En cas de traumatisme indirect, la fracture se produit à distance de l'impact. L'exemple le plus typique étant un mouvement de torsion sur pied bloqué. Dans ce cas, les lésions cutanées sont beaucoup moins fréquentes.

Dans notre série le mécanisme est plutôt indirect :

- Indirect dans 65% des cas (30 patients)
- Direct dans 35% des cas (16 patient).



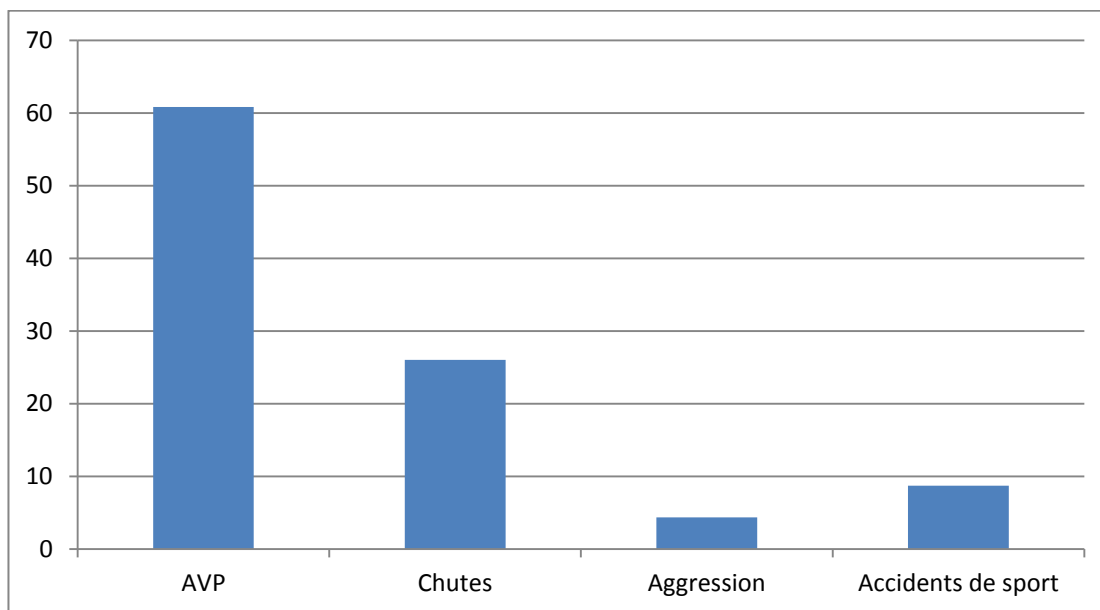
**Graphique 3 : Mécanisme du traumatisme.**

#### **4. Etiologie :**

- AVP : 28 cas.
- Chutes : 12 cas.
- Agressions : 02 cas.
- Accidents de sport : 04 cas.

**Tableau 1: Etiologies du traumatisme.**

L'étiologie	AVP	Chutes	Agression	Accidents de sport
Nombre	28	12	02	04
%	60,8	26	4,34	8,69

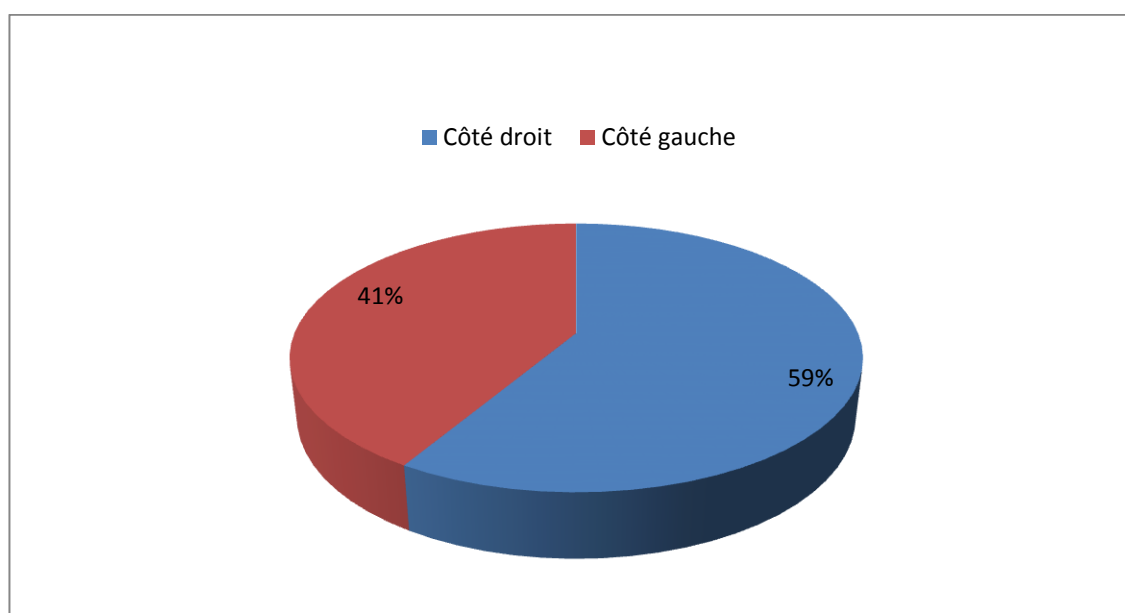


**Graphique 4 : Etiologie du traumatisme.**

Avec 60,8 %, nous trouvons normal que les AVP soient la cause majeure des traumatismes vu le contexte marocain où cette étiologie constitue un véritable problème de santé.

### **5- Côté atteint:**

- Droit: 27 cas (59 %).
- Gauche:19 cas (41%).



**Graphique 5: Répartition des cas en fonction du côté atteint.**

## **II. Etude clinique :**

### **1. Interrogatoire :**

Il permet de mettre en évidence :

- L'heure et circonstances de l'accident.
- Le mécanisme du traumatisme : direct ou indirect.
- L'âge du patient.
- Les antécédents médicaux et chirurgicaux.
- Les circonstances du traumatisme causal.

### **2. Signes fonctionnels:**

La douleur et l'impotence fonctionnelle ont été trouvées chez la quasi-totalité des patients.

### **3. Signes physiques:**

Après avoir équilibré les constantes hémodynamiques et éliminé une urgence vitale, l'examen clinique minutieux du membre traumatisé a montré chez tous nos malades :

- Une douleur violente localisée provoquée à la palpation, parfois œdème de la jambe.
- Une impotence fonctionnelle absolue du membre atteint.
- Une attitude vicieuse du membre sous forme de raccourcissement, adduction et de rotation externe.

### **4. Examen locorégional:**

#### **4.1. Ouverture cutané :**

Les complications cutanées sont fréquentes: ouverture, décollement cutané, contusion ou hématome, réalisant une menace par mise en tension des parties molles (très fines dans cette région) sur les reliefs osseux et par conséquent

entraînant une ischémie cutanée locale avec apparition de phlyctènes précoces et risque de nécrose cutanée majeure si la réduction n'est pas obtenue rapidement.

La classification adoptée est celle de Cauchoix Duparc [18].

Nous avons retrouvé dans notre série 14 fractures ouvertes soit 30,43 % des cas.

▪ **Type I** : est une lésion bénigne, il s'agit d'une plaie punctiforme ou linéaire à bords nets permettant une suture sans tension après parage.

L'ouverture a été jugée de type I dans 7 cas, soit un pourcentage de 15,21 %.

▪ **Type II** : regroupe toutes les lésions cutanées comportant une contusion cutanée et qui ont un risque élevé de nécrose secondaire en regard du foyer tibial après suture.

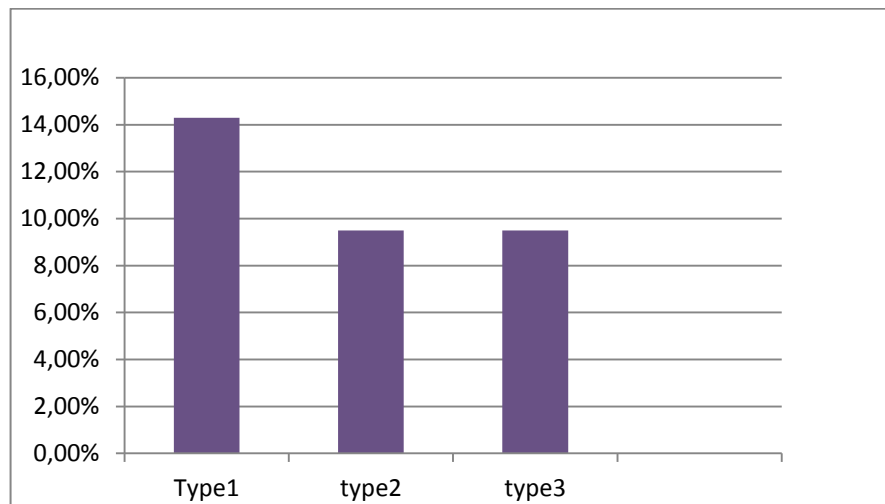
L'ouverture a été jugée de Type II dans 4 cas, soit un pourcentage de 8,69 %.

▪ **Type III** : ces lésions sont caractérisées par l'existence d'une perte de substance cutanée pré tibiale en regard ou à proximité du foyer de fracture.

Dans notre étude nous avons trouvé 3 cas d'ouverture cutanée soit un pourcentage de 6,52%.

**Tableau 2: Ouverture cutanée.**

Ouverture cutanée	Nombre de cas	Pourcentage
TYPE 1	7 cas	15,21%
TYPE 2	4 cas	8,69 %
Type3	3 cas	6,52 %



**Graphique 6: Répartition selon l'ouverture cutanée.**

#### **4.2. Lésions vasculo-nerveuses:**

La recherche d'une atteinte vasculo-nerveuse en cas de la fracture du quart distal de la jambe doit être systématique. Son appréciation se fait par :

- La recherche des pouls périphériques (pédieux et tibial postérieur), l'examen de la sensibilité et de la motricité des orteils et de la cheville ;
- L'appréciation de la tension des masses musculaires des loges antérieure, externe et postérieure de la jambe. En cas de suspicion d'atteinte vasculaire, l'artériographie du membre inférieur explorant les trois axes jambiers doit en principe être réalisée.

Un malade de notre série avait une section traumatique de l'artère tibiale antérieure et du nerf tibial postérieur associée à la fracture, suite à un AVP.

#### **4.3. Lésions à distance:**

La recherche systématique des lésions associées à distance a permis de dégager 3 groupes.

➤ **Groupe I: Les polytraumatisés** (08 malades soit 17,43 %).

Quatre de nos patients ont présenté, suite à des AVP, des traumatismes crâniens, un cas de traumatisme thoracique, un cas de traumatisme abdominal (fracture splénique et rénale), et deux cas de traumatismes faciaux.

➤ **Groupe II: Les poly-fracturés** (10 malades soit 21,73 %).

- Membre inférieur: 6 cas dont 04 cas du même côté (un cas d'une fracture fémorale,

une fracture de jambe, 2 fractures métatarsienne) ; et 2 cas de fracture du membre controlatéral (un cas de fracture de la jambe et un autre cas d'une fracture du fémur).

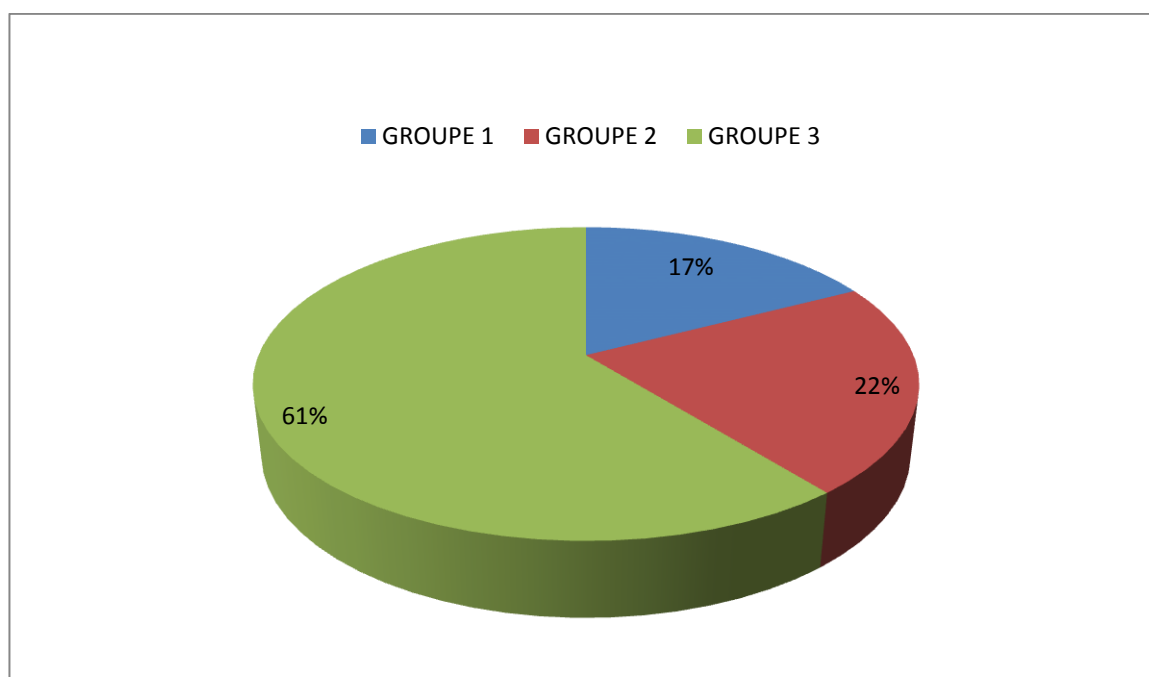
- Membre supérieur : 4 cas soit 7,40 %; un cas d'une fracture de la palette humérale, un cas d'une fracture du poignet, et un autre cas de luxation métacarpo-phalangienne.

➤ **Groupe III : Les mono-traumatisés** (28 malades soit 60,86 %).

Ce sont des patients qui se sont présentés avec un traumatisme isolé de la jambe.

**Tableau 3: Répartition des cas selon lésions associées:**

	NOMBRE DE CAS	POURCENTAGE %
<b>GROUPE 1</b>	08	17,43 %
<b>GROUPE 2</b>	10	21,73 %
<b>GROUPE 3</b>	28	60,86 %



**Graphique 7: Répartition des cas en fonction des lésions associées.**

### **1.4. Tares associées:**

Elles ont été recherchées systématiquement par un examen clinique et para clinique qui ont permis de déceler 15 cas répartis comme suit :

- \* Diabète type II: 4cas
- \* Hypertension artérielle: 5 cas
- \* Asthme : 1 cas
- \* Tabagisme : 5 cas

## **III. Etude radiologique:**

Une fois le patient reçu aux urgences, un bilan radiologique est demandé:

- Une radiographie de la jambe traumatisée, incidences de face et de profil.
- Une radiographie du genou et de la cheville homolatéraux, incidences de face et de profil.

Cette étude radiologique permet de poser le diagnostic et de classer la fracture, on fonction du siège, du nombre et de la direction du trait de fracture, et d'en déduire la stabilité dans un but thérapeutique et pronostique.

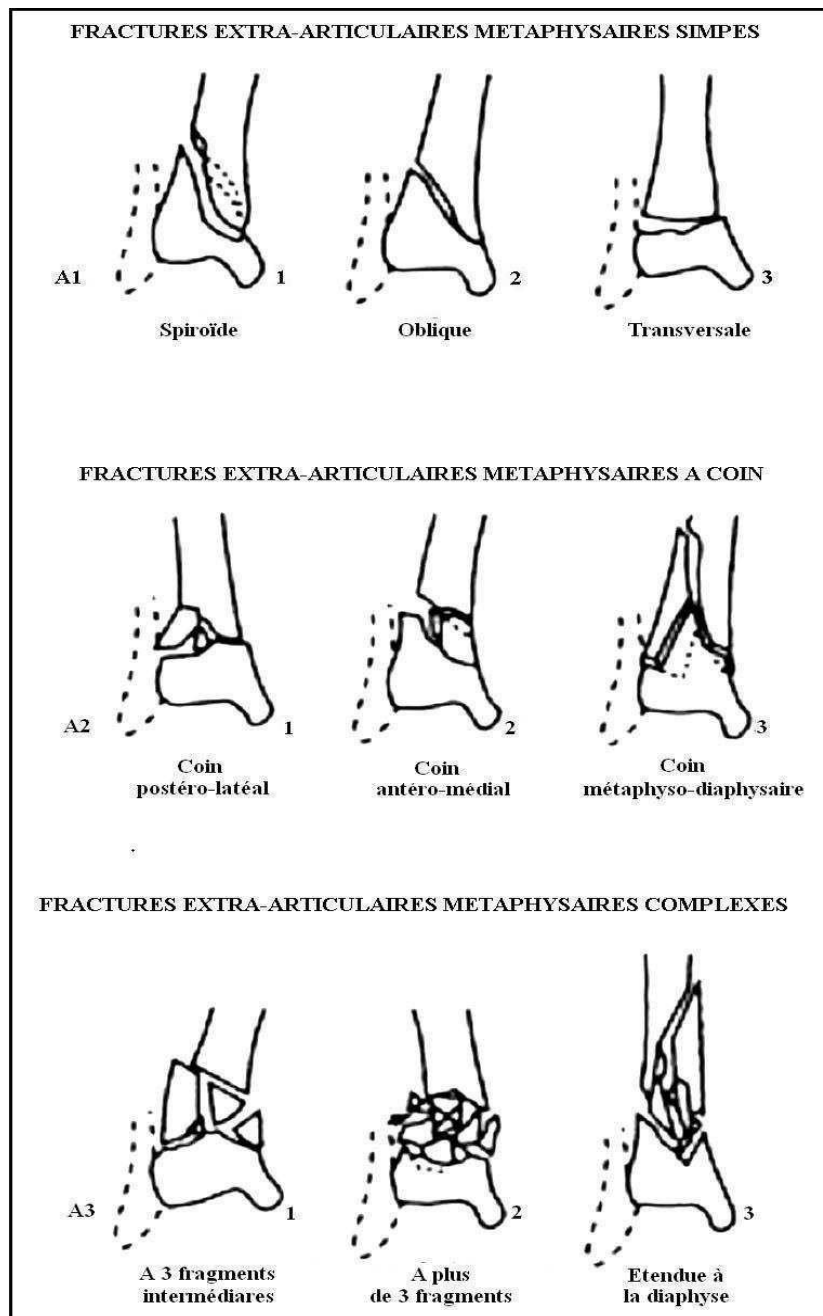
### **1. Fractures du tibia:**

#### **1.1. Niveau du trait de la fracture:**

La quasi-totalité des fractures (42 cas soit 91, 30%), étaient unifocales, intéressant la région supra-malléolaire. Nous avons noté 4 cas (8,96%) des fractures bifocales où le 1<sup>er</sup> trait était supra-malléolaire et le 2<sup>ème</sup> diaphysaire. La distance moyenne entre la fracture et la surface articulaire du pilon tibial était de 45mm, avec des extrêmes de 30mm et 65mm.

#### **1.2. Type du trait de la fracture :**

Dans notre série, nous avons adopté la classification AO [4] qui définit les fractures supra-malléolaires par le code 4.3.A en sachant que le premier chiffre « 4 » correspond à la jambe, le deuxième « 3 » au carré distal et la lettre « A » indique le caractère extra-articulaire de la fracture. En fonction du type du trait de fracture on peut différencier 9 types lésionnels, répartis en 3 grandes catégories :



**Figure 1: Classification des fractures du quart distal selon AO [4].**

➤ **Les fractures simples (4.3.A.1)** : Retrouvées dans 31 cas (67,40 %), elles se répartissent en 3 types :

- Spiroïde (4.3.A.1.1) : 16 cas, soit 34,78 %
- Oblique (4.3.A.1.2): 08 cas, soit 17,39%.
- Transversal (4.3.A.1.3): 07 cas, soit 15, 21 %.

➤ **Les fractures à coin (4.3.A.2):** Retrouvées dans 10 cas (21,73 %) :

- Deux fractures de type 4.3.A.2.1 à coin postéro-latéral soit 4,43 %.
- 5 fractures de types 4.3.A.2.2 désigne les fractures à coin antéro-médial soit 10,86%.
- Trois fractures de type 4.3.A.2.3, c'est-à-dire fracture à coin métaphyso-diaphysaire soit 6,52 %.

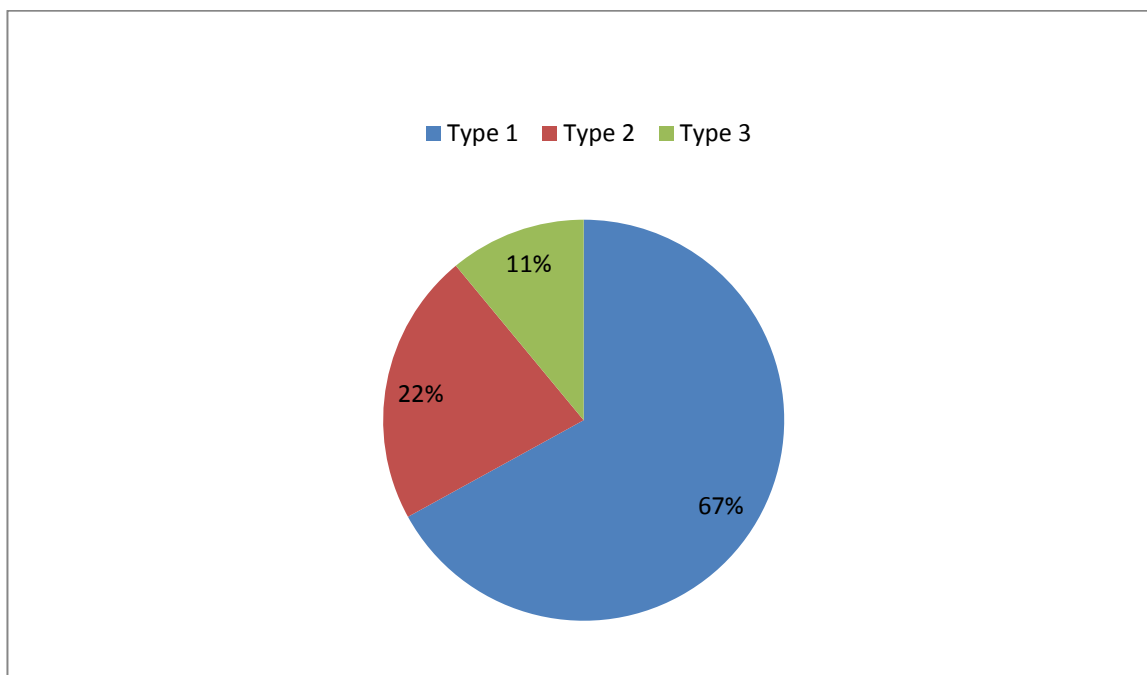
➤ **Les fractures complexes (4.3.A.3).**

Les plus rares dans notre série au nombre de 5 (10,86 %), elles se subdivisent en 3 types :

- Fracture complexe à 3 fragments intermédiaires (4.3.A.3.1) : aucun cas n'a été noté.
- Fracture complexe à plus de 3 fragments intermédiaires (4.3.A.3.2) : 3 cas soit 5,56 %.
- Fracture métaphysaire complexe étendue à la diaphyse (4.3.A.3.3) : 2 cas soit 4,34 %.

**Tableau 4 : Types de fractures de notre série selon classification AO.**

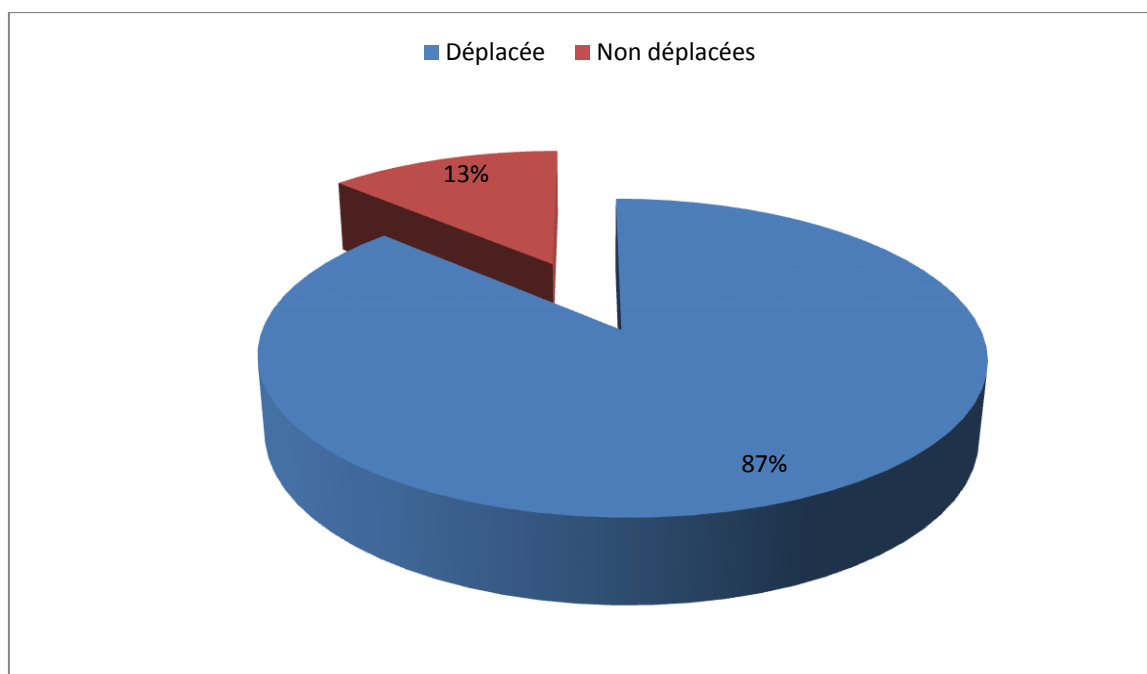
	TYPE A1			TYPE A2			TYPE A3		
	A1.1	A1.2	A1.3	A2.1	A2.2	A2.3	A3.1	A3.2	A3.3
<b>Nombre des cas</b>	16	8	7	2	5	3	0	3	2
<b>Pourcentage</b>	34,78 %	17,39 %	15,21 %	4,43%	10,86%	6,52%	0%	5,56%	4,34%



**Graphique 8: Répartition des fractures selon classification AO.**

### **1.3. Le déplacement des fractures :**

L'étude de notre série a montré l'existence du déplacement dans 41 cas soit 86,95 %.

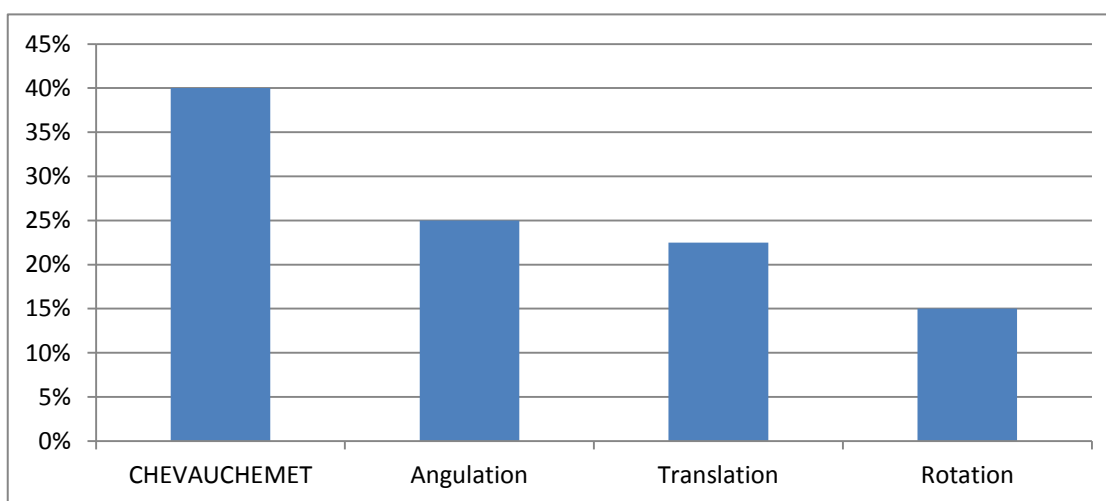


**Graphique 9: Répartition des cas selon le déplacement.**

Le mode le plus fréquent de déplacement est représenté par le chevauchement qui intéresse 16 cas soit 40 % des fractures. L'angulation a été identifiée dans 10 cas soit 25 % des fractures. La translation a été retrouvée dans 09 cas soit 22,50 % des fractures. On note la rotation dans 6 cas soit 15 % des fractures.

**Tableau 5: Répartition des fractures en fonction de type de déplacement.**

	Chevauchement	Angulation	Translation	Rotation
Nombre des cas	16	10	09	06
Pourcentage %	40 %	25 %	22,5 %	15 %



**Graphique10: Répartition des cas en fonction du type de déplacement.**

## **2. Fractures de la fibula :**

### **2.1. Types du trait :**

La fracture a été simple dans 30cas (65 ,21%) :

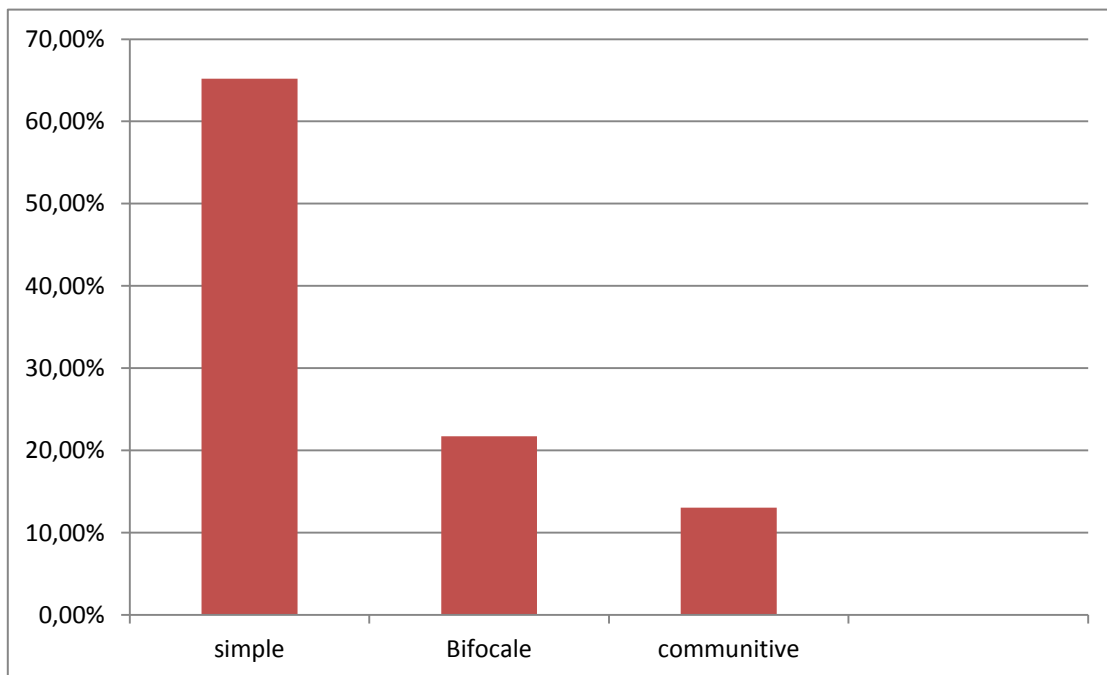
- Trait oblique: 15 cas
- Trait transversal : 08 cas
- Trait Spiroïde:7 cas.

La fracture a été comminutive dans 10 cas (21,73 %).

La fracture bifocale, moins fréquent, a été retrouvée dans 06 cas (13,04%).

**Tableau 6: Répartition des cas en fonction de type du trait de la fibula :**

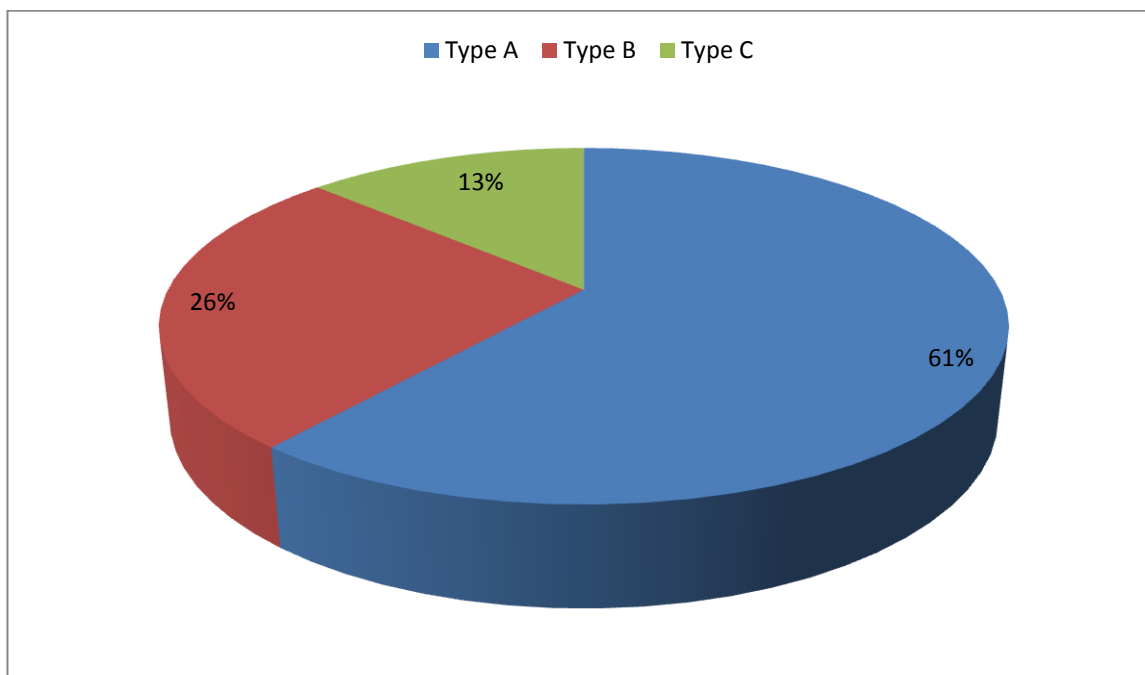
Type du trait	Simple	Bifocale	Comminutive
Nombre des cas	30 cas	10 cas	06 cas
Pourcentage	65 ,21%	21,73 %	13,04 %

**Graphique 11: Répartition des fractures en fonction du type de trait de la fibula.**

## **2.2. Classification des fractures de la fibula:**

Les fractures de la fibula dans notre étude ont été réparties selon la classification AO comme suivant :

- Type A: Bi-fragmentaire :28 cas (60,86 %).
- Type B : À coin de flexion ou de torsion : 12 cas (26,08 %)
- Type C : comminutive ou bifocale : 6 cas (13,04 %).



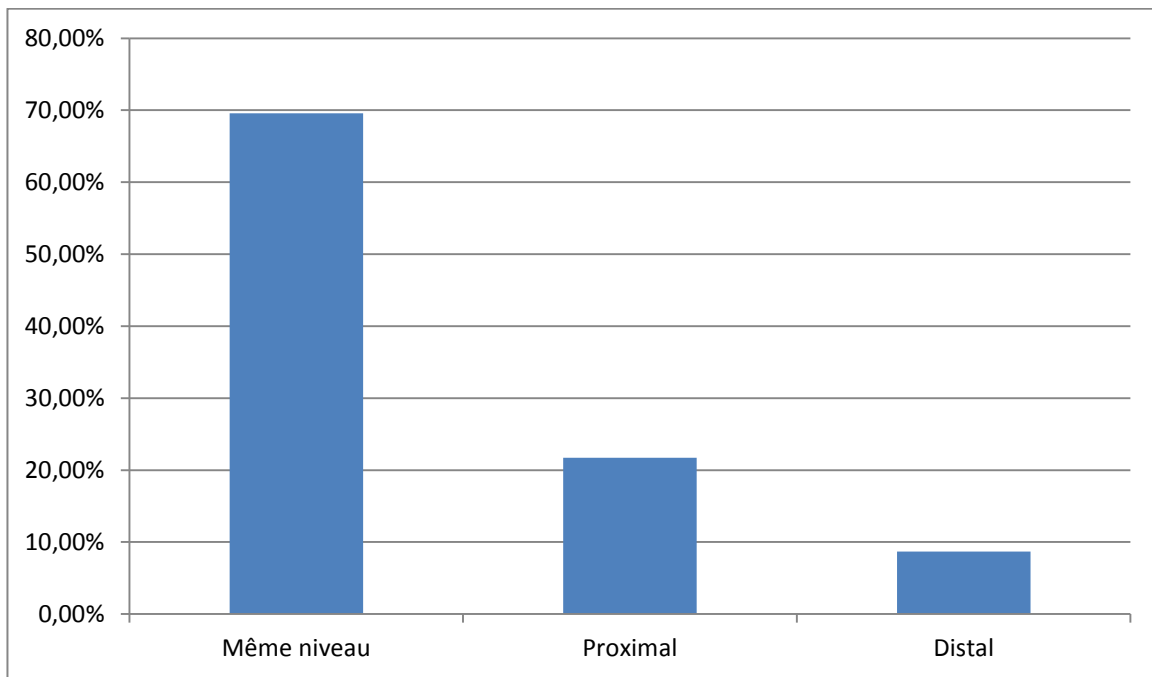
**Graphique12: Répartition des fractures de la fibula selon Classification AO.**

### **2.3. Sièges des fractures de la fibula par rapport au trait du tibia.**

Le foyer de fracture de la fibula a été retrouvé au même niveau que celui du tibia dans 32 cas soit 69,56%, proximal dans 10 cas (21,73%) et distal dans 4 cas .soit 8,69 %.

**Tableau 7: Sièges des fractures de la fibula par rapport au trait du tibia.**

Siège du foyer de la fibula	Au même niveau	Proximal	Distal
Nombre des cas	32 cas	10 cas	4 cas
Pourcentage	69,56 %	21,73 %	8,69 %



**Graphique 13: Sièges des fractures de la fibula par rapport au trait du tibia.**

#### **IV. Etude thérapeutique:**

##### **1. Traitement d'attente:**

Une fois le patient reçu aux urgences, un traitement médical antalgique est prescrit au service même des urgences, puis les malades sont hospitalisés au service de traumatologie-orthopédie. Après avoir confirmé la fracture du quart inférieur de la jambe, le patient systématiquement bénéficie de la mise en place d'une attelle cruro-pédieuse provisoire avec surélévation du membre pour réduire partiellement le déplacement de la fracture et de minimiser les douleurs, la réalisation de soins locaux et l'administration de sérum antitétanique et d'antibiotiques en cas d'ouverture cutanée.

Puis nous demandons le bilan suivant:

- \* Radiographie pulmonaire face.
- \* Electrocardiogramme (ECG).
- \* Numération formule sanguine.
- \* Une glycémie à jeun.

\*Urée, créatinine.

\*Un bilan d'hémostase.

Une période courte de 24 à 36 h peut être nécessaire pour équilibrer une pathologie associée avant l'intervention chirurgicale ou arrêter un traitement au long cours (anticoagulants...). Au-delà le délai est préjudiciable.

## **2. Délai chirurgical :**

L'immense majorité des fractures a été traitée en urgence. Le délai entre la prise en charge aux urgences traumatologiques du CHU et l'intervention n'a pas été pris en compte, ce qui est le cas également pour le délai entre l'accident et l'arrivée dans notre service, sauf pour les transferts secondaires.

En moyenne le délai chirurgical était de 2 jours (1 jour à 9 jours).

## **3. Modalités techniques du traitement:**

### **3.1. Installation :**

Installation du malade: Tous nos malades ont été installés en décubitus dorsal sur table orthopédique, garrot pneumatique à la racine, tout le membre inférieur est préparé et badigeonné par de la Bétadine iodée et recouvert par du jersey stérile.

### **3.2. Parage :**

Réalisé en urgence chez les patients qui présente une fracture ouverte de la jambe en salle d'opération, il a consisté en premier temps en lavage soigneux à l'aide d'une solution antiseptique (Bétadine mousseuse), ou à l'eau stérile et savon, avec antibiothérapie par voie parentérale. Après ce temps, une installation chirurgicale est faite suivie d'une exploration chirurgicale permettant de définir exactement le type d'ouverture.

### **3.3. Anesthésie:**

La rachianesthésie a été utilisée dans 42 cas soit 91,30 %, alors que nous avons eu recours à l'anesthésie générale dans 4 cas soit 8,69 %.

### **3.4. Voie d'abord:**

Pour les fractures du tibia distal, qui ont bénéficié d'enclouage centromédullaire, Une incision transversale sous-rotulienne a été utilisée dans tous les cas. L'abord de la surface rétro-spinale s'est toujours effectué à travers le tendon rotulien. Et pour celles qui ont bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée, deux voies d'abord peuvent être utilisées. La première est longitudinale centrée sur la malléole médiale de l'ordre de 4/5 cm de long, dans l'axe du tibia. La seconde voie est arciforme antéro-médiale centrée sur la malléole médiale. La mise en place des vis peut être plus délicate mais la cicatrisation est moins risquée. Pour l'ostéosynthèse de la fibula la voie d'abord a été latérale ou postéro-latérale.



**Figure 2: Voie d'abord sous rotulien (Service de traumatologie 2 CHU HASSAN II)**

### **3.5. Ostéosynthèse du quart distal du tibia.**

#### **3.5.1. Enclouage centromédullaire :**

Dans notre étude 36 fractures ont bénéficié d'enclouage centromédullaire (78,26%), dont 32 fractures sont fermées, 5 fractures ouvert stade 1 et trois

fractures stade 2. Dans 16 cas l'enclouage a été associé à l'ostéosynthèse de la fibula soit 60%.

Types de clous utilisés: Dans notre série un seul type de clou a été utilisé, c'est un corps cylindrique rigide creux et angulé à 20°. Le diamètre des clous utilisés n'était pas précisé dans tous les dossiers mais en général on utilisait les clous dont le diamètre moyen est 9 millimètres.

L'alésage a été systématique chez 40 cas par des alésoirs souples de taille croissante.

Dans tous les cas, les clous ont été verrouillés par un montage statique avec un verrouillage proximal et un verrouillage distal.



**Figure 3: Fracture du quart distal du tibia traité par enclouage-centromédullaire associée à une fixation de la fibule par une plaque DCP (service de traumatologie 2 CHU HASSAN II).**

### **3.5.2. Ostéosynthèse par Plaque vissée :**

Dans notre série 4 fractures ont bénéficié de l'ostéosynthèse par plaque vissée (8,69%). Elles sont toutes fermées. Deux fractures sont comminutives, les autres de trait simple. Dans trois cas la fibula a été fixée (soit 11,53%).



**Figure 4: Ostéosynthèse d'une fracture du quart distal du tibia par plaque associée à une fixation de la fibula (service de traumatologie 2 CHU HASSAN II)**

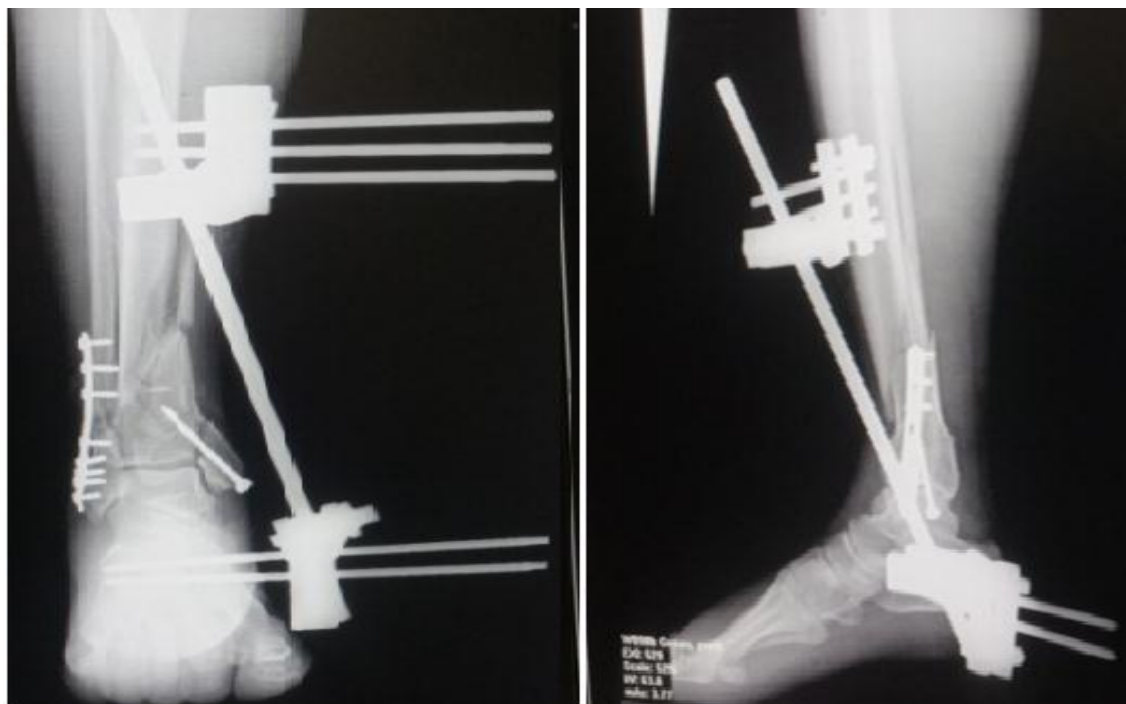
### **3.5.3. Ostéosynthèse par Fixateur externe :**

Dans notre série, le fixateur externe a été utilisé dans 6 cas :

- Trois fractures ouvert stade 3.
- 2 fractures ouvert stade 2 et comminutives.
- Une fracture fermé et complexe.

Deux types de fixateurs externes ont été utilisés :

- Fixateur d'Hoffman avec un montage tibio-métatarsien:4 cas.
- Orthofix en T avec un montage tibio-tibial : 2 cas.



**Figure 5 : Ostéosynthèse d'une fracture du quart distal du tibia par un fixateur externe associée à une fixation de la fibula par plaque et vissage de la malléole interne (Service de chirurgie traumatologique 2 CHU HASSAN II).**

**Tableau 8 : Répartition des cas selon le type de l'ostéosynthèse du tibia.**

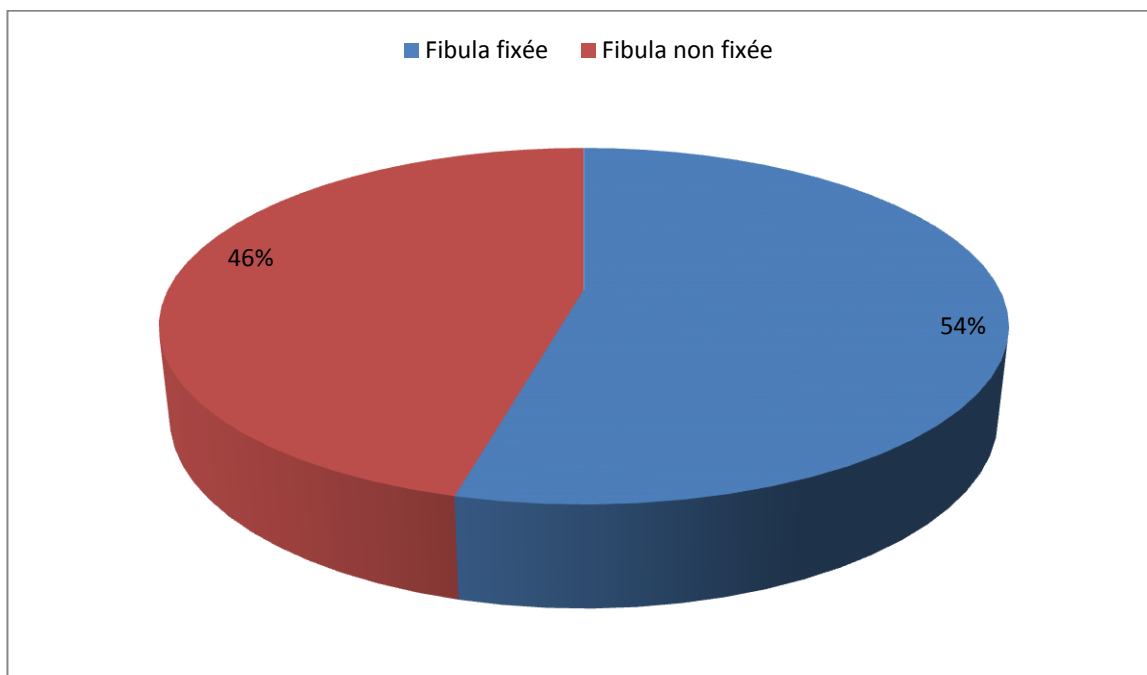
Type d'ostéosynthèse	Enclouage	Plaque vissée	Fixateur externe
Nombre des cas	36	04	06
Pourcentage	78,26%	8,69%	13,04%

### **3.6. Ostéosynthèse de la fibula :**

L'ostéosynthèse de la fibula constitue le premier temps de l'intervention dans notre série. Elle a été pratiquée dans 25 cas soit 54%.

Le matériel utilisé était :

- Plaque 1/3 tube ou plaque de type DCP dans 23 cas en absence de lésions cutanées.
- Embrochage dans 2 cas.



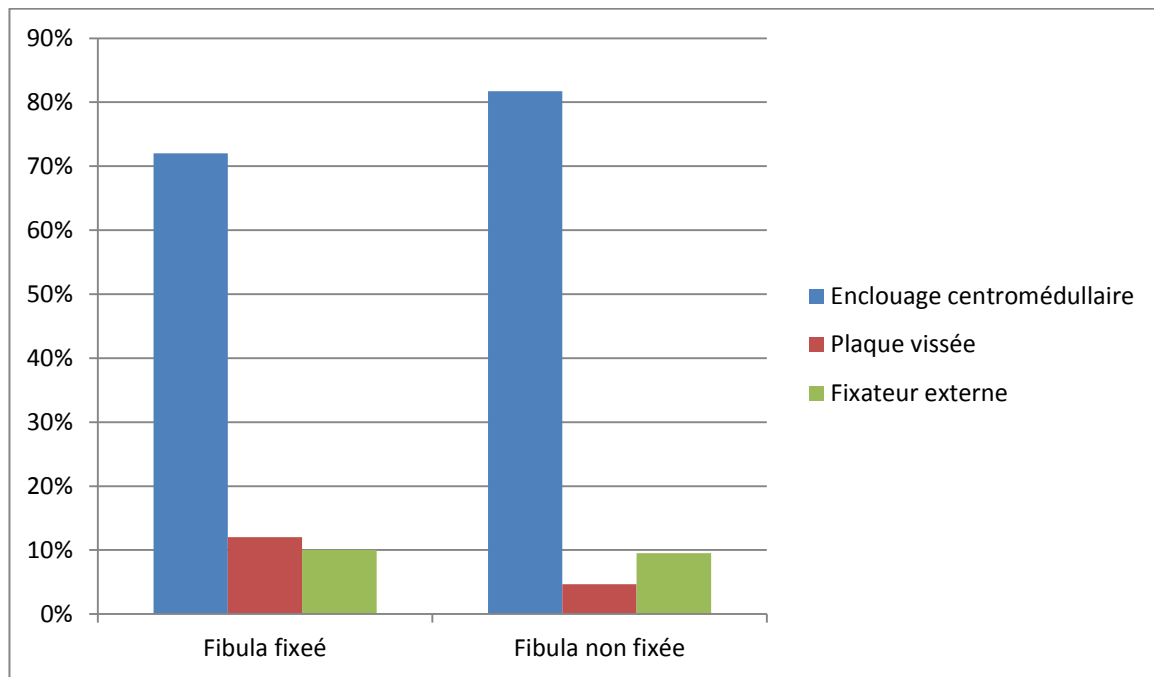
**Graphique 14: Répartition des cas en fonction de fixation ou non de la fibula.**

L'ostéosynthèse par enclouage centromédullaire a été associée à la fixation de la fibula dans 16 cas, pour plaque vissée dans 3 cas, et 4 cas pour fixateur externe.

23 fractures de la fibula, ayant bénéficié de la fixation, sont des fractures qui se situent dans le tiers inférieur soit 92%.

**Tableau 9 : Répartition des cas en fonction du type de l'ostéosynthèse :**

	Enclouage Centromédullaire	Plaque vissée	Fixateur externe
<b>Fibula fixée</b>	72%	12%	10%
<b>Fibula non fixée</b>	85,71%	4,67%	9,52%



**Graphique 15 : Répartition des cas en fonction de la fixation ou non de la fibula.**

#### **4. Immobilisation:**

Les fractures du quart distal de la jambe traitées par plaque vissée du tibia ou fixation de la fibula ont bénéficié d'une immobilisation par une attelle postérieure durant une période de 3 mois en moyenne. Par contre les malades traités par enclouage centromédullaire sans fixation de la fibula n'ont pas bénéficié d'une Immobilisation .

#### **5. Durée d'hospitalisation :**

La durée moyenne d'hospitalisation a été de 7 jours. Il est à noter que les durées d'hospitalisations les plus longues correspondaient à des patients polytraumatisés ayant séjourné longuement en réanimation.

#### **6. Complications peropératoires:**

Aucune complication n'a été rencontrée au cours du geste opératoire.

## **7. Prophylaxie thromboembolique :**

Dans tous les cas, la prophylaxie a été assurée par des héparines de bas poids moléculaire, jusqu'à la reprise de l'appui au moins partiel, soit pour une durée de 30 jours en moyenne.

## **8. Rééducation :**

A été systématique chez tous les patients. Elle a été démarrée à partir de la 3ème semaine, pour les deux articulations du genou et de la cheville du côté atteint.

## **V. Evolution et complication:**

### **1. Résultats immédiats:**

#### **- Troubles de rotation:**

Les troubles de rotation postopératoire immédiats n'ont pas été étudiés. En effet, les dossiers ne révèlent pas des constatations cliniques à ce sujet.

#### **- Résultats angulaires:**

Nous avons relevé les déviations angulaires sur les radiographies et les avons classées dans le plan frontal et sagittal. Nous avons choisi de les répartir en fonction de l'angle retrouvé et selon les critères suivants : Pour le valgus, le recurvatum et l'antécurvatum ou flessum, nous avons choisi comme limites 5°, 10°. Pour le varus, étant moins toléré, nous avons été plus sévères avec 3°, 5°. Nous avons ensuite regroupé ces résultats en quatre catégories:

**Résultat parfait:** Réduction anatomique.

**Bon résultat:** Valgus, recurvatum et antérecurvatum inférieur à 5°, varus inférieur à 3°.

**Résultat moyen:** Valgus, recurvatum et antecurvatum entre 5° à 10°, varus entre 3° à 5°.

• **Résultat mauvais:** Valgus, recurvatum et antécurvatum supérieur à 10°, varus supérieur à 5°. c'est l'équivalence du cal vicieux.

### **1.1. Ostéosynthèse avec fixation de la fibula:**

Parmi les 25 cas ayant bénéficié de l'ostéosynthèse de la fibula nous avons trouvé :

**Résultat anatomique:** 10 patients (40% des cas).

**Bon résultat:** 09 patients (36% des cas) :

Valgus: 04 cas, Varus: 2 cas, Recurvatum: 2 cas ; Flessum: 1 cas

**Résultat moyens:** 03 patients (12% des cas) :

Valgus de 10°: 1 cas ; Varus de 5°: 2 cas.

**Mauvais résultats:** 1 cas (4% des cas) de Varus de plus de 5°.

Ce cas a été une fracture fermée, de type A2 de AO traité par enclouage centromédullaire.

### **1.2. Ostéosynthèse sans fixation de la fibula.**

Les patients n'ayant pas bénéficié d'une fixation de la fibula ont des résultats angulaires comme suivant :

**Résultat anatomique:** 07 patients (33 % des cas)

**Bon résultat:** 05 patients (23 % des cas) :

Valgus: 03 cas, Varus: 2 cas, Recurvatum: 1 cas ;

**Résultat moyen:** 05 patients (12 % des cas) :

Valgus de 10°: 2 cas ; Varus de 5°: 1 cas. Recurvatum : 1 cas  
Flessum : 1 cas.

**Mauvais résultat:** 4 patients (19 % des cas) : 2 cas avait présenté un valgus de plus de 10° et 2 cas un varus de plus de 5°. Deux cas ont été ouvertes, le 1<sup>er</sup> il a été de stade 2 et de type A3 selon la classification AO et il a bénéficié d'un fixateur externe le 2<sup>ème</sup> stade 1, de type A2 et il a bénéficié d'enclouage centromédullaire. Les autres cas ont été fermées, un cas de type A2 traité par enclouage centromédullaire et un cas type A3 traité par plaque vissée.

**Tableau 10 : Résultats angulaires de notre série :**

Résultat	Anatomique	Bon	Moyen	Mauvais
En cas de fixation de la fibula	40%	33%	15%	4%
Sans fixation de la fibula	36%	23%	13%	19%



**Figure 6: Fracture distale des deux os de la jambe, exemple de cal vicieux, A: radiologie initiale de la face. B: contrôle postopératoire immédiat : attitude vicieuse de 8° de valgus (Service de chirurgie traumatologique 2 CHU HASSAN II).**

## **2. COMPLICATIONS :**

### **2.1. Complication infectieuse :**

Dans le groupe des malades non bénéficiés de fixation de la fibula, nous avons trouvé un cas d'infection superficielle (4,76 %) et 1 cas d'infection profonde nécessitant l'ablation du matériel avec parage et antibiothérapie (4,76 %). Le type de l'ostéosynthèse du tibia pour les cas retrouvés a été le clou centromédullaire dans

un cas (fracture ouverte stade 1), fixateur externe dans l'autre cas (fracture ouverte stade 3).

En cas de l'ostéosynthèse de la fibula nous avons retrouvé 3 cas de surinfection (12%), 2 cas ont été superficielles et ont été améliorées sous antibiothérapie soit 8%. un cas d'infection profonde soit 4% nécessitant un parage avec ablation du matériel et l'antibiothérapie. Deux cas ont été traitées par enclouage centromédullaire (un seul cas d'une fracture ouverte stade 1), le 2<sup>ème</sup> cas par plaque vissée (fracture fermée) et le 3<sup>ème</sup> cas par fixateur externe (fracture ouverte de stade 3 pour un cas) .

**Tableau 11: Complications infectieuses de notre série :**

	<b>Fixation de la fibula</b>	<b>Sans fixation de la fibula</b>
<b>Superficielle</b>	12 %	9,52 %
<b>Profonde</b>	8 %	4,76 %

### **2.2. Syndrome de loge :**

Dans notre série nous n'avons trouvé aucun cas de syndrome de loge.

### **2.3. Complications thromboemboliques :**

Pour les deux groupes, aucun cas de phlébite n'a été mentionné. Aucune embolie pulmonaire n'a été à déplorer.

### **2.4. Embolies graisseuses :**

Aucune embolie graisseuse n'a été rencontrée.

### **2.5. Nécrose cutanée :**

Se voit surtout dans les fractures ouvertes de type II et III mais peut également se voir secondairement dans les fractures fermées lorsque la contusion cutanée initiale est importante ou lorsque la fermeture d'une plaie ou d'une voie d'abord d'ostéosynthèse s'est faite sous tension. Il s'agit d'une complication redoutable,

surtout que la peau de la partie distale de la jambe est peu vascularisée. Elle favorise l'infection secondaire et particulièrement grave quand elle expose l'os voire le matériel de l'ostéosynthèse. Pour cette raison, lors de l'ostéosynthèse par plaque vissée, la voie d'abord médiale est à proscrire en cas de risque de nécrose cutanée vue le risque de mettre à nu le matériel.

Dans notre série, 03 malades (6,52%) ont présenté une nécrose cutanée, deux cas ont bénéficié de l'ostéosynthèse de la fibula .L'ostéosynthèse du tibia a été faite par plaque vissée dans un cas et dans deux cas par fixateur externe.

### **2.6. Algoneurodystrophie :**

Aucun cas rapporté dans les dossiers.

## **3. Evolution :**

### **3.1. Durée d'hospitalisation:**

La durée moyenne d'hospitalisation a été de 5 jours. Il est à noter que les durées d'hospitalisations les plus longues correspondaient à des patients polytraumatisés ayant séjourné longuement en réanimation.

### **3.2. Mise en charge :**

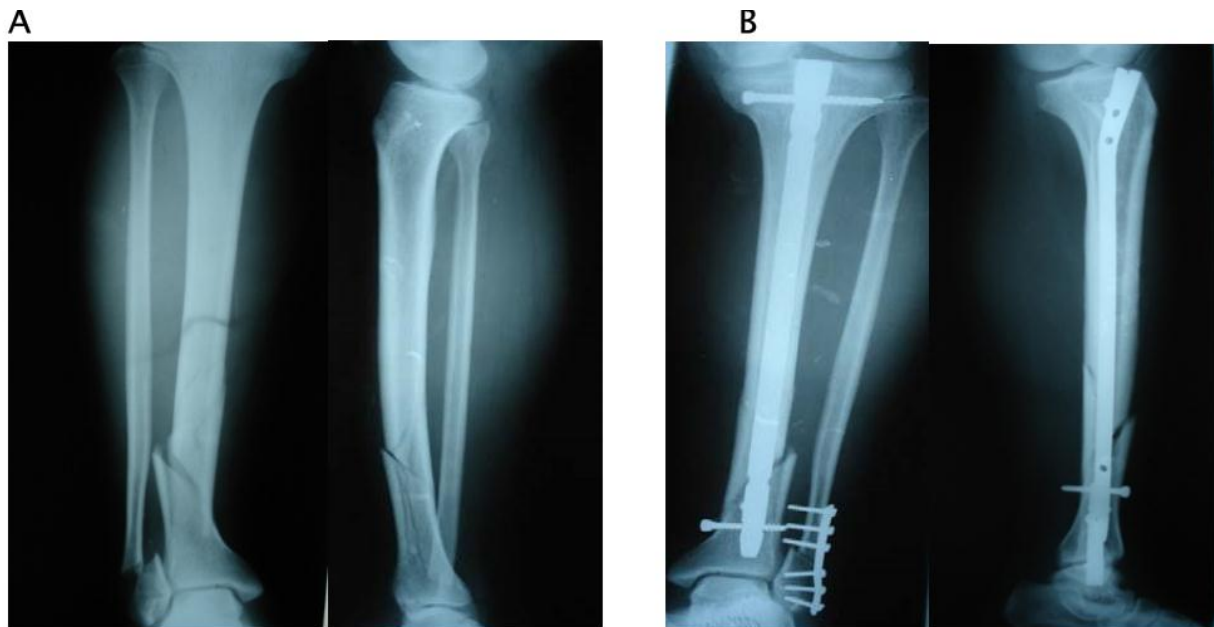
L'appui partiel avec des cannes béquilles autorisées en moyenne à 6 semaines en moyenne. L'appui complet était en moyenne à 90 jours.

### **3.3. Consolidation :**

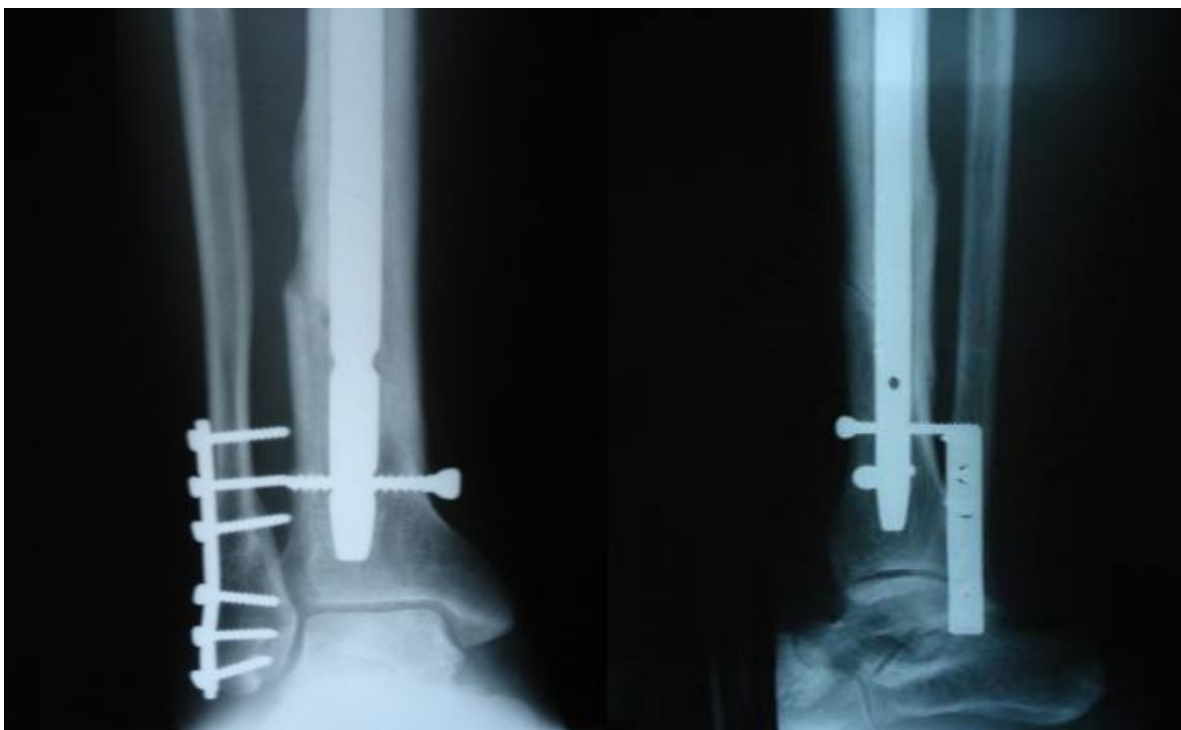
**En cas de fixation de la fibula:** 19 cas ont obtenu la consolidation à 6 mois (76%) et 21 cas (84%) en 1 an la durée moyenne était 5 mois.

**Sans fixation de la fibula :** 15 cas ont obtenu la consolidation en 6 mois (72%) et 17 cas en 1 an (80%), la durée moyenne était 5,63 mois.

Le critère retenu était radiologique. Il nous a semblé qu'il s'agissait du critère le plus objectif et reproductible dans le cadre de cette étude rétrospective.



**Figure 7 : A. Une radiographie d'un patient qui présente une fracture du quart distal du tibia et de la fibula. B. La radiographie du contrôle après le traitement chirurgical qui a été réalisé par enclouage centromédullaire verrouillé pour le tibia, et par plaque type DCP pour la fibula (Service de traumatologie 2 CHU HASSAN-II)**



**Figure 8: Radiographie du contrôle du même patient faite 18 semaines après le traitement, elle montre la consolidation des deux fractures (Service de traumatologie 2 CHU HASSANII).**

### **3.4. Retard de consolidation et pseudarthrose :**

La pseudo-arthrose avait intéressé dans notre étude 7 cas (15 ,21%).

En cas de l'ostéosynthèse associée à la fixation de la fibula, le nombre des cas a été 3 cas (12%). Deux cas ont été des fractures ouvertes, le 1<sup>er</sup> cas a été de stade 3 type A3 traité par fixateur externe le 2<sup>ème</sup> cas stade 1 type A1 traité par enclouage centromédullaire le 3<sup>ème</sup> cas a été une fracture fermée type A2 traité également par enclouage centromédullaire. Dans un cas le trait de la fibula a été au même niveau que la fibula .

Il s'agit de 4 cas pour le 2ème groupe soit 14,28% : un cas a été de type A3 et il avait bénéficié d'un fixateur externe et 2 cas de type A2 traités par enclouage centromédullaire, le 4<sup>ème</sup> cas de type A2 traité également par l'enclouage centromédullaire. Dans les 4 cas, la fracture de la fibula a été au même niveau que le trait du Tibia.

**Tableau12: Répartition des cas présentant de pseudarthrose en fonction de l'attitude thérapeutique de la fibula :**

	En cas de fixation de la fibula	Sans fixation de la fibula
Nombre des cas	3 cas	4 cas
Pourcentage	12%	14,28%

## **VI. Résultats au plus grand recul :**

### **1. Résultats radiologiques :**

Nous avons noté à 1 an de contrôle radiologique 2 cas de perte de réduction dans le groupe des cas n'ayant pas bénéficié de la fixation, qui concernait 18 cas (valgus 10°, varus 5°) et aucun cas dans l'autre groupe qui comportait 21 cas.

## **2. Trouble de rotation :**

Ceux-ci ont été mesurés cliniquement, patient en décubitus dorsal, rotules au zénith, en relevant l'angle du pied par rapport à la verticale et en le comparant au côté sain.

**En cas de fixation de la fibula :** nous avons trouvé que: 3 patients ont présenté de troubles de rotation (12% des cas); deux patients ont présenté des troubles de rotation interne moins de 5° et un patient a présenté de trouble de rotation externe plus de 10°.

**Sans fixation de la fibula :** nous avons trouvé 28,57% cas:

- Trois patients ont présenté de trouble de rotation externe moins de 10°.
- Un patient a présenté de trouble de rotation externe plus de 10°.
- Deux patients ont présenté un trouble de rotation interne plus de 5°.

**Tableau13 : Trouble de rotation tibiale.**

Trouble de la rotation à la révision	Pas de trouble de rotation	Rotation externe <10°	Rotation interne <5°	Rotation externe >10°	Rotation interne >5°
Fibula fixée (cas)	22	1	1	1	-
Fibula non fixée (cas)	15	-	1	3	3

## **3. Amplitudes articulaires :**

### **3.1. Amplitude articulaire du genou :**

Elles ont été relevées en comparaison par rapport au côté sain. Elles étaient strictement normales chez tous les patients revus.

### **3.2. Amplitudes articulaires de la cheville :**

Comparé au côté sain, l'amplitude de la cheville du côté atteint avait été normale pour 19 cas pour le groupe des cas ayant bénéficié de fixation de la fibula, et 16 cas pour l'autre groupe.

En cas de fixation de la fibula, nous avons trouvé également 3 cas de déficit de flexion dorsale de 5° et 2 cas de 10°, un cas de flexion dorsale et plantaire de 10°. Pour les cas n'ayant pas bénéficié de la fixation, on note un déficit de flexion dorsale 5° chez 2 malades et un cas de flexion dorsale 10°. un cas de flexion dorsale et plantaire de 10°.

**Tableau14: Amplitude articulaire des cas de notre série :**

	Normale	Déficit de flexion dorsale 5°	Déficit de flexion plantaire 5°	Déficit de flexion dorsale et plantaire 10°
<b>En cas de fixation de la fibula</b>	19	03	02	01
<b>Sans fixation de la fibula</b>	16	02	02	01

# DISCUSSION

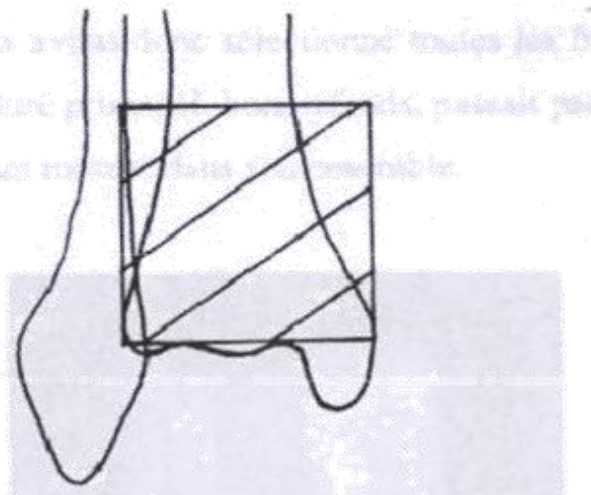
## **I. Rappel théorique:**

### **1. Définition :**

En 1981, Fourquet [19] dénomme « fracture basse de la jambe » toute fracture où le trait empiète sur les cinq derniers centimètres au-dessus de l'articulation tibio-talienne. Il choisit cette limite en fonction des possibilités d'ostéosynthèse par la plaque standard de l'AO. Il retrouve en effet la possibilité de toujours mettre trois vis dans le fragment distal quand la fracture laisse au moins cinq centimètres intacts, ce qui permet une synthèse correcte par la plaque standard de l'AO. Les fractures extra-articulaires situées à moins de ces cinq centimètres de l'interligne nécessitent alors l'utilisation de la plaque en trèfle, nouvelle plaque de l'AO mise au point par Urs Heim [20].

Muller [21] a défini les fractures distales du tibia toute fracture dont le trait est siège au niveau du carré épiphysaire que Bonneville [22] a mesuré en moyen 52,6mm.

MOURGUE [23] a défini les fractures distales du tibia sur une radio standard de face, les fractures sièges à distance de 8 cm de l'interligne tibio-astragalienne. Néanmoins, la fracture basse de la jambe n'est pas une fracture du pilon tibial qui atteint par définition la surface articulaire du tibia distal. Cette dernière, aux lésions anatomiques très diverses, comporte bien souvent selon la description de Heim [20]: Un grand fragment malléolaire interne.



**Figure 9: Schéma du carré épiphysaire selon Müller [21].**

## **2. Rappel anatomique :**

Par rapport au reste de la jambe, le quart inférieur possède quelques particularités anatomiques qui permettent d'expliquer le comportement tout à fait singulier de ces fractures. Le tibia est superficiel juste sous le revêtement cutané à la face antérieure de la jambe et les éléments sous-cutanés sont peu épais. De ce fait, la peau est ici particulièrement exposée.

La connaissance de la morphologie osseuse externe, des rapports vasculo-nerveux, des connections périostées, ligamentaires et musculaires est indispensable pour envisager les voies d'abord de l'extrémité inférieure du tibia et les possibilités de réduction et de contention des fractures du quart inférieur de la jambe.

### **2.1. Ostéologie :**

#### **2.1.1. Extrémité inférieure du tibia :**

La diaphyse du tibia s'élargit à ses deux extrémités pour supporter le poids du corps au niveau du genou et de la cheville.

L'extrémité distale du tibia a la forme d'une boîte rectangulaire avec une protubérance osseuse à sa face médiale (malléole médiale). La partie supérieure de la boîte est en continuité avec la diaphyse du tibia, alors que la partie inférieure avec la malléole médiale et un des os du tarse (le talus), formant la plus grande partie de l'articulation de la cheville.

La partie postérieure de l'extrémité distale du tibia en forme de boîte est marquée par un sillon vertical qui se continue sur la partie postérieure de la malléole médiale. Le sillon est occupé par le tendon du tibial postérieur. La surface latérale de l'extrémité distale du tibia est occupée par une dépression triangulaire profonde, l'incisure fibulaire, articulée à la tête renflée distale de la fibula, amarrée par la partie terminale épaissie de la membrane interosseuse.

La structure interne de l'os est bien particulière, à l'union des  $\frac{3}{4}$  supérieurs et du  $\frac{1}{4}$  inférieur que la corticale diaphysaire commence à s'amincir, qu'apparaissent des travées d'os spongieux formant la métaphyse. L'épiphyse tibiale inférieure, quant à elle, est entièrement constituée de tissu spongieux et la corticale y disparaît

presque totalement. Les travées spongieuses principales descendent presque verticalement vers la surface articulaire, les lamelles médianes convergentes vers la partie centrale de cette surface. Il existe en outre un système de travées horizontales, particulièrement dense à la partie basse de l'épiphyse, ainsi qu'au niveau de la malléole interne [24].

### **2.1.2. La fibula :**

La fibula n'est pas concernée par la transmission du poids du corps. La diaphyse de la fibula est plus étroite que celle du tibia. A l'exception de ses extrémités, la diaphyse est entourée de muscles.

Comme le tibia, la diaphyse de la fibula est triangulaire à la coupe, et à trois bords et trois faces pour les insertions des muscles, des septums intermusculaires et des ligaments. Le bord interosseux est amarré au bord latéral interosseux du tibia par la membrane interosseuse. Les septums intermusculaires s'attachent aux bords antérieurs et postérieurs. Les muscles s'insèrent sur trois faces.

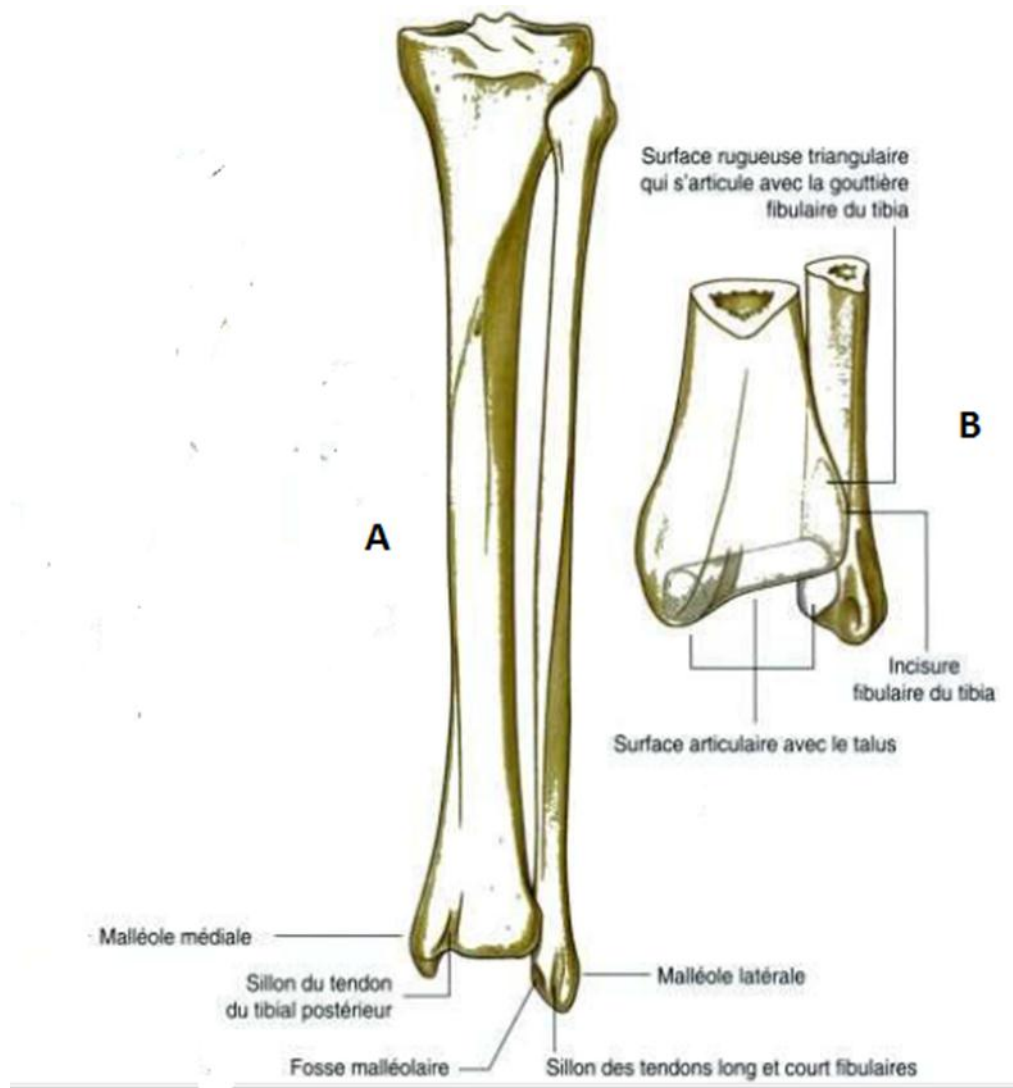
L'étroite face médiale appartient au compartiment antérieur, la face latérale appartient au compartiment fibulaire, et la surface postérieure appartient au compartiment postérieur de la jambe.

La face postérieure est marquée par une crête verticale longitudinale, la crête médiale, qui divise la surface postérieure en deux parties. Dans chacune de ces deux parties s'insèrent différents muscles fléchisseurs profonds.

L'extrémité distale de la fibula élargie en un renflement allongé en forme de lance forme la malléole latérale.

La face médiale de la malléole latérale possède une facette articulaire pour la surface articulaire correspondante du talus, formant ainsi la partie latérale de la cheville. Juste au-dessus de cette facette articulaire. On note une surface triangulaire qui correspond à l'incisure fibulaire de l'extrémité distale du tibia. A ce niveau, tibia et la fibula sont articulés ensemble par l'extrémité distale de la membrane interosseuse postérieure et inférieure à la facette destinée à l'articulation avec le talus, on note une dépression, la fosse malléolaire, où s'insère le ligament talo-fibulaire postérieur de l'articulation de la cheville.

La face postérieure de la malléole latérale est marquée par un sillon peu profond pour les tendons des muscles long et court fibulaires [24].



**Figure 10: Tibia et Fibula .A : vue postérieure, B : vue postéro-médiale de l'extrémité inférieure [24].**

## **2.2. Moyens d'union tibio-fibulaire :**

**Membrane interosseuse de la jambe** est une membrane fibreuse et épaisse, elle comble l'espace entre le tibia et la fibula, les fibres collagènes descendent obliquement du bord latéral du tibia au bord interosseux de la fibula, à l'exception de la partie haute où une bande fibreuse monte du tibia à la fibula.

Il y a deux ouvertures dans la membrane interosseuse, l'une à son sommet, l'autre à sa partie inférieure, pour le passage des vaisseaux qui vont du compartiment postérieur de la jambe. La membrane interosseuse non seulement unit le tibia et la fibula mais aussi fournit une surface d'insertion à de nombreux muscles.

Les extrémités distales de la fibula et du tibia sont solidarisiées par la partie inférieure de la membrane interosseuse, qui comble l'espace étroit entre l'incisure fibulaire à la face latérale de l'extrémité distale du tibia et la face correspondante de l'extrémité distale de la fibula. Cette expansion de la membrane interosseuse est renforcée par les ligaments tibiofibulaires antérieur et postérieur. Le solide amarrage des extrémités distales du tibia et la fibula est essentiel pour assurer la fonction de l'articulation du pied au niveau de la cheville.

**Le ligament péronéo-tibial antérieur et inférieur** : il est représenté par une bandelette fibreuse, oblique en bas et en dehors, tendue entre la face antérieure de l'épiphyse distale du tibia et le bord antérieur de la malléole péronière.

**Le ligament péronéo-tibial postérieur et inférieur** : il est représenté par une épaisse bandelette fibreuse, oblique en bas et en dehors, qui s'étend entre la face postérieure de l'épiphyse distale du tibia et le bord postérieur de la malléole péronière [24].

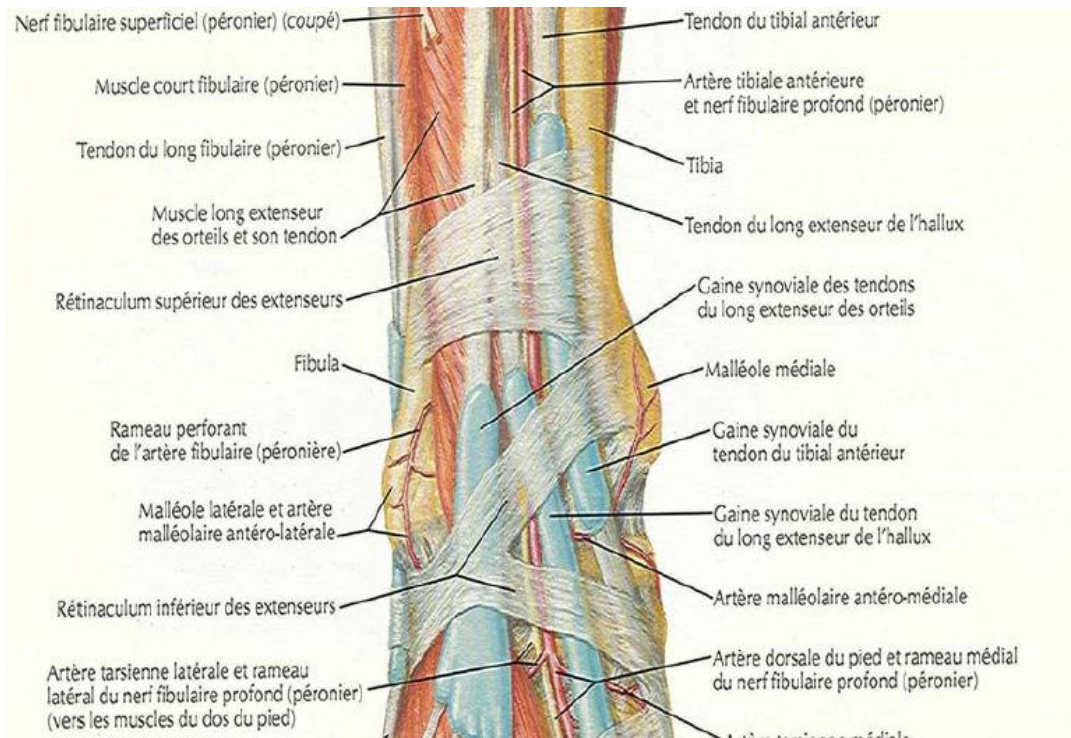
### **2.3. Les rapports anatomiques:**

Il nous semble important de préciser ces rapports en raison de l'atteinte fréquente des éléments vasculo-nerveux à l'origine de lésions cutanées et aponévrotiques importantes.

**-La face interne et externe** de l'extrémité inférieure de la jambe est sous cutanée.

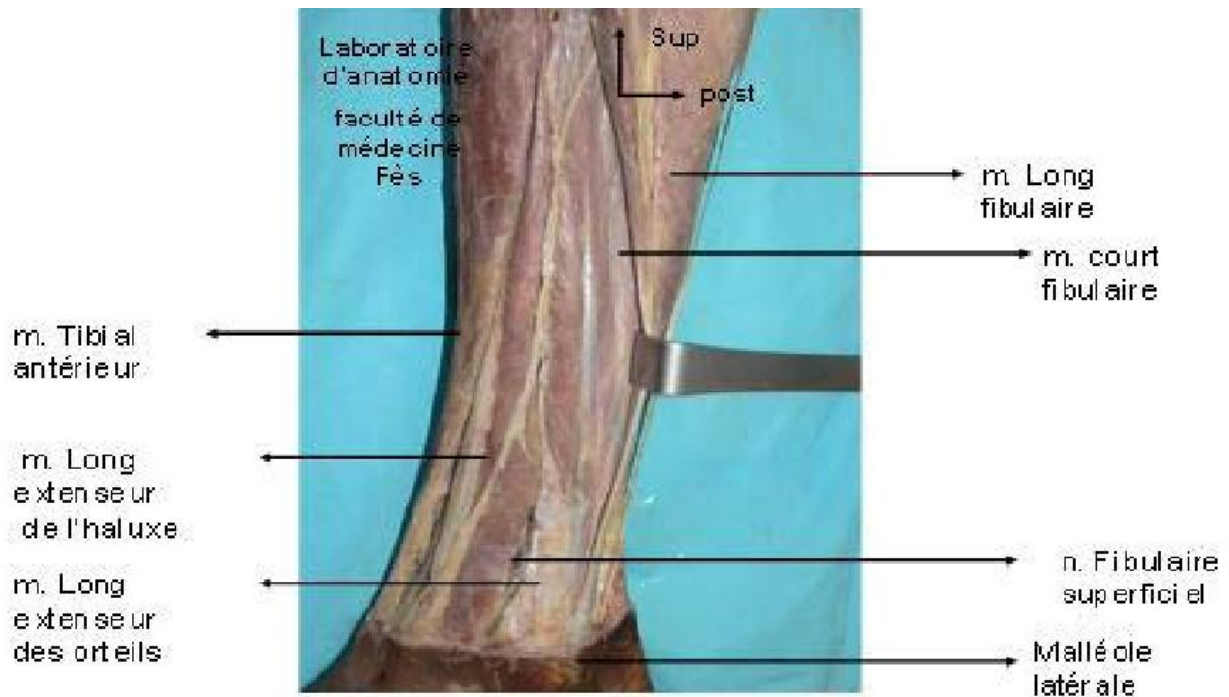
**-La face antérieure:** La face antérieure est recouverte par un ensemble de tendons, de dedans en dehors, on retrouve le jambier antérieur, le tendon de l'extenseur propre du gros orteil, les tendons de l'extenseur commun et du péronier antérieur. Les tendons sont séparés du plan osteo-articulaire par un tissu

cellulograisieux au sein duquel cheminent l'artère tibiale antérieure en arrière du tendon de l'extenseur propre et le nerf tibial antérieur en dehors de l'artère.

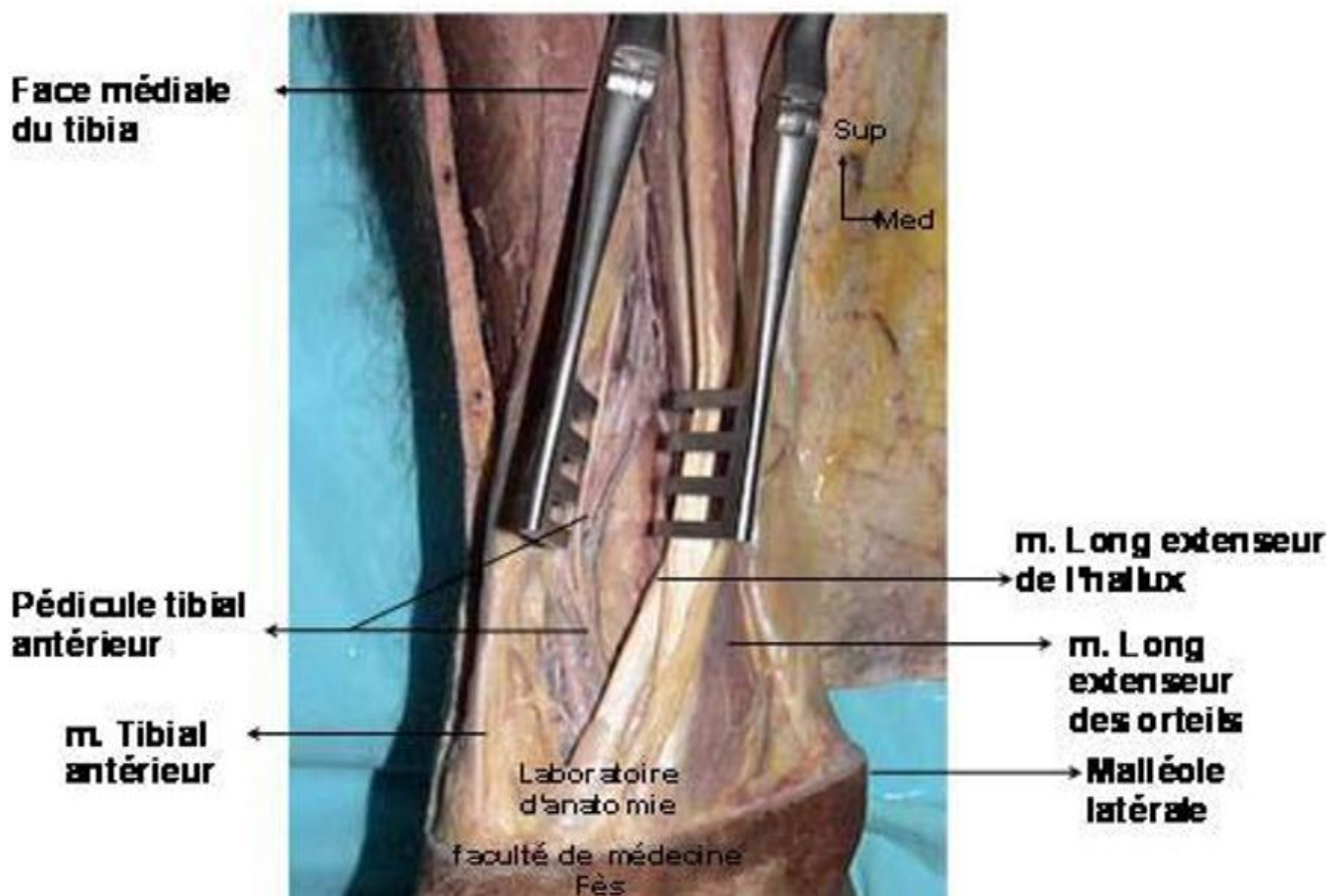


**Figure 11: Les rapports anatomiques de la partie distale de la jambe [25].**

- **La face postérieure:** La face postérieure du tibia est profondément enfouie sous un rideau tendineux et vasculo-nerveux. Au milieu, le tendon d'Achille accompagné en dehors du plantaire grêle. En dehors, les éléments qui se dirigent vers la gouttière rétro-malléolaire interne: tendons du jambier postérieur, du fléchisseur commun et du long fléchisseur propre du premier orteil, paquet vasculo-nerveux tibial postérieur. En dehors, court péronier latéral et le long péronier latéral. Le nerf saphène externe superficiel doit être soigneusement épargné lors d'une insertion opératoire.



**Figure 12: Vue latérale du quart distal de la jambe [26]:**



**Figure 13 : Vue postérieure de la partie distale de la jambe [26]:**

## **2.4. Vascularisation de l'extrémité inférieure de la jambe : [27]**

### **2.4.1. La vascularisation osseuse:**

#### **♦ Artérielle:**

La vascularisation du tibia est sous la dépendance d'un triple système anastomosé.

**-Le système centromédullaire :** L'artère nourricière du tibia naît de façon constante de l'artère tibiale postérieure ou du tronc tibio-péronier. Elle pénètre le cortex en arrière et en dedans, au-dessous de la ligne oblique de l'extrémité supérieure du tibia, sous le soléaire après son entrée dans le cortex. Elle court obliquement sur environ 5 cm avant d'entrer dans la cavité médullaire. Durant ce trajet intra osseux, elle est accompagnée par deux veines et un nerf myélinisé, dès son arrivée dans la moelle, chaque branche artérielle ne possède plus qu'une seule veine. À la jonction du tiers supérieur et deux tiers inférieur, elle se divise alors en des branches ascendantes et en des branches descendantes qui assurent la vascularisation du quart inférieur de la jambe.

**-Le système périostique :** Sa source principale est l'artère tibiale antérieure. Cette artère descend le long de la face antérieure de la membrane interosseuse et donne de petits vaisseaux horizontaux qui traversent cette membrane pour se diviser au bord du tibia en deux réseaux, l'un allant transversalement vers la face postérieure de l'os, l'autre vers la face externe. Le système périostique est alimenté par les artères des tissus mous. Au niveau du tibio-distal, en raison de l'absence d'insertions musculaires la vascularisation périostée est faible.

**-Le système épiphyso-métaphysaire :** Dans la région de l'épiphyse, il existe de nombreux vaisseaux qui traduisent l'importance de cette vascularisation. Dans la métaphyse distale du tibia, de nombreux vaisseaux issus de cercle periarticulaire de la cheville arrivent à la périphérie de l'os en rayons de roue. Chaque rayon est composé de plusieurs artères et veines satellites. De chaque vaisseau, plusieurs branches naissent à angle droit pour former un réseau dense et intriqué. Dans la région malléolaire interne de même qu'au voisinage de l'articulation péronéo-tibiale inférieure existe une grande concentration vasculaire qui s'anastomose avec les

branches descendantes de l'artère nourricière. L'irrigation de l'épiphyse est abondante en plus des branches issues de l'artère tibiale postérieure et de l'artère péronière postérieure. L'épiphyse reçoit des branches issues du réseau capsulaire.

#### ◆ Drainage veineux:

-Au niveau de l'épiphyse, le drainage veineux se fait par des veines parallèles aux artères.

-Au niveau de la métaphyse, le retour veineux est assuré par le système périostique.

-Au niveau centromédullaire, le sang veineux est contenu dans des sinusoides intramédullaires, qui par confluence forment la veine centrale.

#### 2.4.2. Vascularisation cutanée:

La connaissance de la vascularisation cutanée est obligatoire pour maîtriser le choix des voies d'abord ; surtout en cas de fixation de la fibula ou l'ostéosynthèse du tibia par plaque vissée; afin de minimiser la souffrance cutanée et osseuse, déjà engendrée par le traumatisme.

En effet, le quart inférieur de la jambe n'est couvert que par une peau mince, ne se laissant que très peu mobiliser sur l'os, ainsi toute altération de l'état cutané menacerait l'os sous-jacent.

Le schéma global de cette vascularisation cutanée est le suivant :

-Un plexus sous dermique : directement tributaire du plexus sous aponévrotique, lui-même alimenté par des artères perforantes issues des artères segmentaires. Ces artères empruntent des sites de passage privilégiés : hiles vasculaires à travers l'aponévrose superficielle.

-Les voies antérieures de vascularisation sont issues de l'artère tibiale antérieure et de la filaire antérieure (artère péronière antérieure).

-Les voies postérieures sont issues de l'artère tibiale postérieure et de l'artère fibulaire postérieure.

On définit des hiles majeurs et mineurs. De même, l'étude de la vascularisation des territoires cutanés segmentaires a montré que la plupart de ces territoires sont alimentés par deux, voire trois hiles vasculaires. L'incision est donc sans danger dans une zone alimentée par plusieurs artères. En revanche, il existe un territoire cutané qui n'est vascularisé que par l'artère tibiale antérieure. Sa traversée risque donc de dévasculariser une des berges de la plaie opératoire. Il s'agit de la face antéro-médiale du tibia.

## **II. Traitement :**

### **1. Le but du traitement:**

Le traitement des fractures du quart distal de la jambe doit répondre à trois principes fondamentaux :

- La réduction aussi parfaite que possible, ce qui exige la précision du type anatomique de la fracture et l'analyse des différents déplacements.
- La stabilité, celle-ci permettra une cicatrisation des parties molles et ainsi que une meilleure défense de l'os contre l'infection.
- La reprise précoce de la fonction du membre, elle facilite la consolidation et évite les méfaits d'une immobilisation prolongée.

### **2. Antibio prophylaxie:**

Est devenue obligatoire :

Dans les fractures fermées et ouvertes type I, le choix de l'antibiotique, utilisé en monothérapie, porte sur les anti-staphylococciques. Le traitement est commencé à l'induction anesthésique pour une durée de 24 à 48 heures.

Dans les fractures ouvertes type I vues après la 6ème heure, et les lésions type II et III, il s'agit d'une antibiothérapie plus curative que prophylactique car la contamination du foyer est immédiate. Ce traitement doit être instauré le plus rapidement possible afin de limiter l'inoculum bactérien. L'antibiothérapie cible les flores cutanées et telluriques (staphylocoques, bacilles à Gram négatif et germes anaérobies). La durée recommandée est de 48 heures pour les fractures ouvertes

type 1 et 2 de Gusto [28] [29]. Et de durée plus prolongée, guidée par les germes trouvés en peropératoire, stoppée après certitude de la stérilisation locale dans les lésions type III.

### **3. Parage :**

Réalisé en urgence chez les patients qui présente une fracture ouverte de la jambe en salle d'opération, sous anesthésie locorégionale il consiste en premier temps en un lavage soigneux à l'aide d'une solution antiseptique (Bétadine mousseuse), ou à l'eau stérile et savon, avec antibiothérapie par voie parentérale. Puis excision des tissus déchiquetés et extraction des fragments osseux dévitalisés. Si après parage persistent des pertes de substance cutané de grande dimension, la couverture se fait par un lambeau fascia-cutané ou par un lambeau du muscle fléchisseur commun des orteils [30].

### **4. Technique de l'ostéosynthèse :**

#### **4.1. Ostéosynthèse des fractures du quart distal du tibia :**

##### **4.1.1. Ostéosynthèse par enclouage centromédullaire:**

Le traitement de référence des fractures de la diaphyse tibiale est l'enclouage centromédullaire verrouillé [31]. Consiste à fixer les fractures du tibia à l'aide d'un clou placé dans le canal médullaire, et se pratique à l'heure actuelle selon les principes de son initiateur, le chirurgien allemand Gerhard Kuntscher (1940) [32].

Les indications de l'ECM ne concernaient idéalement que les fractures simples médiodiaphysaires avec des limites proximales et distales situées à 3 cm au minimum de l'élargissement du canal médullaire.

Cette technique est reconnue délicate pour les fractures du quart distal du tibia. En effet, le long bras de levier, l'élargissement métaphysaire, l'extension intra-articulaire et les difficultés de fixation épiphyso-métaphysaire rendent la réduction et l'enclouage techniquement difficiles. [33, 34].

L'adjonction du verrouillage [35], qui consiste à fixer le clou à l'os par l'intermédiaire d'une vis transfixiante réalisant l'ECM verrouillé, a apporté une

solution élégante et sûre de ces problèmes. Trois clous verrouillés peuvent être utilisés :

- Le clou de Grosse et Kempf (Strasbourg, Howmdica).
- Le clou de Klemm et Schellmann (Francfort, Orthopedia).
- Le clou universel de l'AO.

Deux types de montage peuvent être réalisés selon le type de verrouillage :

Dans le montage dynamique, le verrouillage n'intéresse qu'une des extrémités, la plus proche du trait de fracture, il contrôle la rotation et permet dans les traits des fractures simples, la mise en charge immédiate.

Dans le montage statique, le verrouillage est proximal et distal, il neutralise la rotation, le télescopage et l'angulation. Il permet la mobilisation immédiate mais non la mise en charge. Le montage statique peut être « dynamisé » par l'ablation du verrouillage le plus éloigné du foyer de fracture. Il est prouvé tant par la clinique que par l'expérimentation, que la dynamisation n'a pas d'influence sur la qualité finale du cal, et qu'elle ne doit être pratiquée qu'en cas de menace de pseudarthrose avec diastasis, avec le complément indispensable de la mise en charge immédiate.

Le verrouillage a permis de faire bénéficier de l'enclouage tous les types de fracture de toute la longueur de la diaphyse, de métaphyse à métaphyse.

Le verrouillage proximal ne pose en règle aucun problème technique, le cadre de visée étant solidaire du clou lui-même.

Quant au verrouillage distal, il continue à poser des problèmes malgré divers essais :

Un long appareil de visée distale solidarisé à l'extrémité proximale du clou, ce système n'est plus utilisé, vu que lors de l'introduction du clou, le canal médullaire est soumis à une torsion, ce qui rend le verrouillage automatique impossible.

La recherche des trous de verrouillage doit exposer le moins possible l'opérateur, ses aides et le patient, aux rayons X.

Le viseur à long manche tenu à la main, est le plus utilisé, cette technique dite «free hand» ou «main levée», reste dangereuse pour les mains de l'opérateur.

Enfin, le viseur de Strasbourg solidaire de l'amplificateur stérilisable, muni d'un canon de visée, offre les meilleures garanties de protection de l'équipe opératoire, dont les membres portent obligatoirement un tablier de plomb. Son maniement demande un manipulateur entraîné.

Quelle que soit le type d'installation, sur table orthopédique ou ordinaire, il convient de porter une attention toute particulière au contrôle de la rotation, les cals vicieux rotatoires étant beaucoup plus fréquents qu'il est classique de le dire, faute de bilans scannographies systématiques.

Quant aux cals vicieux dans les deux plans, frontal (Valgus / Varus) et sagittal (Flessum / Recurvatum), il faut impérativement s'assurer du bon centrage du guide d'alésage dans le fragment distal aussi bien sur les incidences de face que de profil sur l'amplificateur de brillance.

#### **4.1.2. Ostéosynthèse par plaque vissée :**

Deux points régissent l'ostéosynthèse classique par plaque :

- La position judicieuse de la plaque sur la face du tibia la plus favorable. [36]
- La voie d'abord est dangereuse car la peau de la jambe est mal vascularisée, surtout chez les sujets âgés, d'autant que la contusion contemporaine de l'accident dévitalise encore celle-ci très souvent. Il est souhaitable que la cicatrice opératoire soit aussi éloignée que possible de la plaque. [37]

#### **- Technique : [38]**

La technique chirurgicale répond aux règles techniques de l'AO [39].

De base, elle fait appel à une plaque étroite standard fixée par des vis à corticale standard. La vis la plus basse sera une vis spongieuse, compte tenu de la structure de l'os à cet endroit.

La plaque étroite peut être remplacée par la plaque étroite à trous de glissement (plaque à compression dynamique) qui possède des trous ovalaires ayant

en coupe la forme de deux demi-cylindres : l'un oblique et l'autre horizontal. Et qui peut être utilisé comme plaque de neutralisation ou comme plaque à effet de hauban sur le tibia.

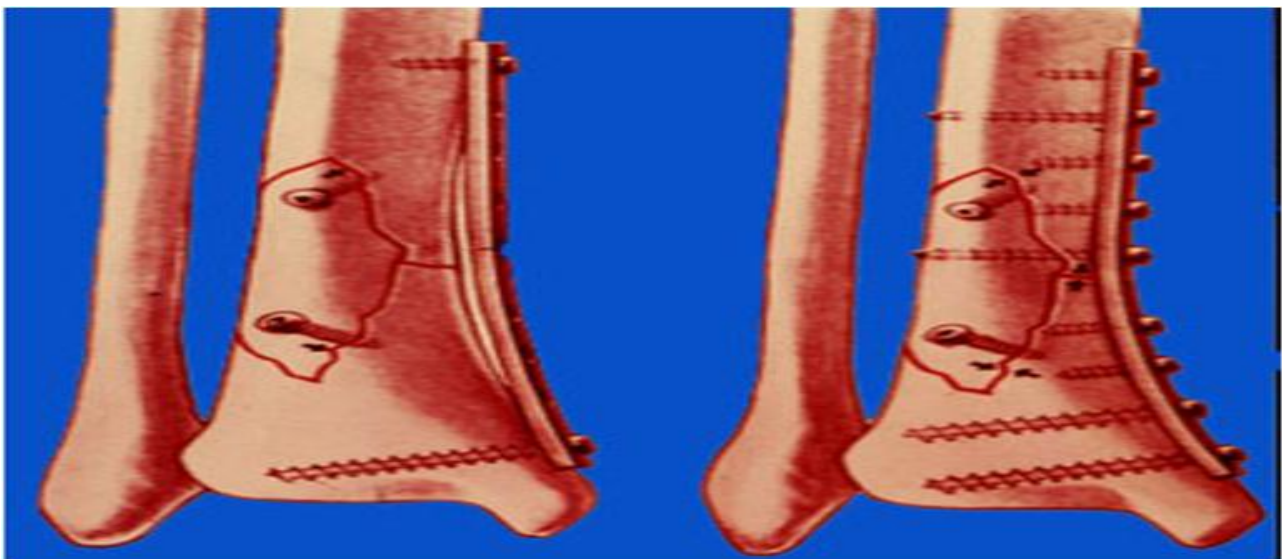
Le membre est en principe immobilisé dans un plâtre, l'ablation de matériel est envisagée aux alentours du 18ème mois. Habituellement sur la face médiale. La plaque est placée sur le tibia en respectant autant que possible les parties molles et sans déperiostage extensif. [40]

- **Avantage** : [41]

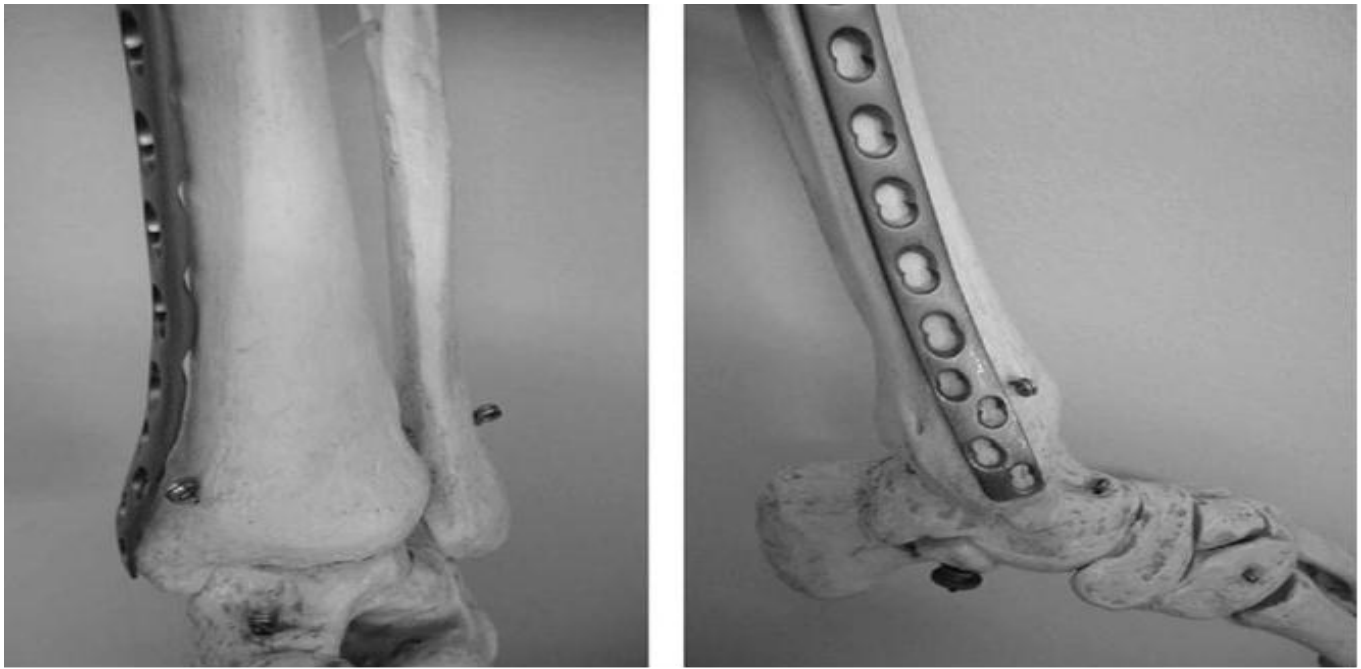
- Permet une réduction parfaite.
- Matériel de faible volume.
- La surveillance radiologique sera plus espacée.

- **Inconvénient** : [42]

- Nécessite une ouverture large.
- Elle nécessite un déperiostage assez étendu qui influe sur la rapidité de formation du cal osseux et expose à l'infection et à la fragilité osseuse.
- N'autorise jamais la mise en charge du membre avant sa totale consolidation (3 mois).



**Figure14: Schéma présentatif de plaque vissé de l'extrémité distale du tibia [37].**



**Figure 15: Plaque latérale proximale de profil, plaque côté droit. Installation [37].**

**- Technique chirurgicale : [43]**

**Matériel :**

Le matériel d'ostéosynthèse mis en place correspond à des plaques à vis bloquées gros fragment en alliage de titane LCPTM (Locking Compression Plate, société Synthes Etupes France). Le système verrouillé réalise un montage monobloc qui est qualifié de « fixateur interne ».

Deux modèles anatomiques sont classiquement utilisés pour cette chirurgie mini-invasive en fonction du site de la fracture : la « plaque anatomique proximale latérale » pour les fractures proximales et la « plaque anatomique distale médiale » pour les fractures distales.

L'intervention est réalisée en décubitus dorsal, soit sur une table orthopédique soit sur une table normale.

**Voie d'abord :**

Pour les fractures du tibia distal, deux voies d'abord peuvent être utilisées. La première est longitudinale centrée sur la malléole médiale de l'ordre de 4/5 cm de

long, dans l'axe du tibia. La mise en place des vis distales est facilitée si on utilise le fantôme mais elle peut exposer à des soucis de cicatrisation car située dans l'axe de la plaque. La seconde voie est arciforme antéromédiale centrée sur la malléole médiale. La mise en place des vis peut être plus délicate mais la cicatrisation est moins risquée.

### **Réduction et fixation :**

Celle-ci se déroule en deux phases. La réduction débute en préopératoire, puis complétée en peropératoire de façon indirecte par manœuvres externes sous contrôle scopique.

La phase préopératoire correspond au contrôle scopique de la réduction sous traction. La réduction est rendue possible par une traction dans l'axe, soit grâce à la table orthopédique à l'instar de l'enclouage centromédullaire, soit par l'aide opératoire lors d'une installation standard, voire l'utilisation d'un fixateur externe temporaire.

La phase peropératoire correspond aux manœuvres complémentaires de réduction. À l'instar du brochage intrafocal selon Kapandji, un brochage temporaire peut être réalisé permettant de réduire une angulation en recurvatum ou en flessum, une translation. Le brochage est maintenu jusqu'au moment de la stabilisation des deux fragments par au moins deux vis verrouillées. Le caractère anatomique de la plaque (proximal ou distal) sert de véritable moule de la réduction. En effet, les vis les plus distales des plaques médiales distales ou les vis les plus proximales des plaques latérales proximales sont destinées à être parallèles à l'interligne articulaire. Le positionnement initial de la plaque est contrôlé sous scopie. Une broche de deux mm du diamètre, introduite dans l'avant dernier canon des plaques tibiales distales et dans les canons les plus proximaux des plaques proximales, doit être parallèle à l'interligne.

Le montage est un système monobloc réalisant une véritable fixation interne qui ne nécessite pas d'être parfaitement appliqué à l'os, s'affranchissant de l'effet de contact cortical en compression sous la plaque (effet friction) pour obtenir une stabilité primaire. Ce montage doit, cependant, être parallèle à la fois au fragment proximal et au fragment distal. Le risque est d'induire un cal vicieux si la plaque

n'est pas située à une distance homogène de la corticale du fragment proximal et distal. Dans ce cas, le parallélisme des vis à l'articulation n'est plus un repère valable et suffisant de bon positionnement de la plaque. En effet, les vis peuvent rester parallèles à l'interligne mais la plaque être « cintrée » par le vissage induisant un défaut d'axe. Un moyen indirect de jouer du caractère anatomique de la plaque est le vissage en rappel de l'os sur la plaque par utilisation d'une vis standard la plaque servant de véritable moule de réduction.

Il est important de préciser que la technique de pose de ce matériel de plaque à vis verrouillées doit être rigoureusement suivie. Ainsi, l'utilisation du canon de visée et du tournevis dynamométrique doit être systématique comme nous l'avons précédemment souligné [44].

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

Il est souvent le seul moyen de l'ostéosynthèse lorsque le traitement est tardif (délai supérieur à 6-8 heures) ou en cas de fracas osseux ouverts avec larges lésions cutanées.

##### **4.1.3.1. Classification des fixateurs externes:**

Il y a plusieurs façons d'envisager la classification des fixateurs externes. La première consiste à se baser sur des données historiques et la deuxième fait appel à des éléments mécaniques (rigidité) et de la technique chirurgicale.

##### **4.1.3.1.1. Classification géométrique:**

La géométrie spatiale de l'exosquelette des fixateurs externes permet d'individualiser 3 groupes d'appareils.

##### **- Les fixateurs externes mono latéraux :**

On retrouve dans ce groupe les fixateurs de Wagner [45, 46, 47], Judet et coll. [48] ainsi que les appareils de De Bastiani et coll. (Orthofix R) [49, 50]. Tous ces fixateurs externes ont un seul plan de fiches. Toutefois Behrens et Johnson [51] considèrent que ces mêmes appareils montés avec deux plans de fiches restent des

« mono- latéraux » tant que les deux plans ne font pas un angle supérieur à 90° en vue axiale.



**Figure 16: Fixateur Orthofix épiphyso-diaphysaire [50].**

- **Les fixateurs externes en cadre** ou assimilés L'appareil chef de file de ce groupe est le fixateur externe de Hoffman [52] [Figure 17], dans sa présentation classique dite en « double cadre » : Les fiches sont transfixiantes et situées dans un même plan. Si l'on met en place un deuxième plan de fiches (non transfixiantes cette fois) il est possible de réaliser des montages plus rigides dits en « en triple cadre » ou en « cadre quadrangulaire » [53-66]. Tous les fixateurs mono latéraux montés avec deux plans de fiches deviennent pour Behrens et Johnson [51] des fixateurs en cadre ou assimilés lorsque les deux plans de fiches font un angle supérieur à 90° et inférieur à 121 ° en vue axiale.

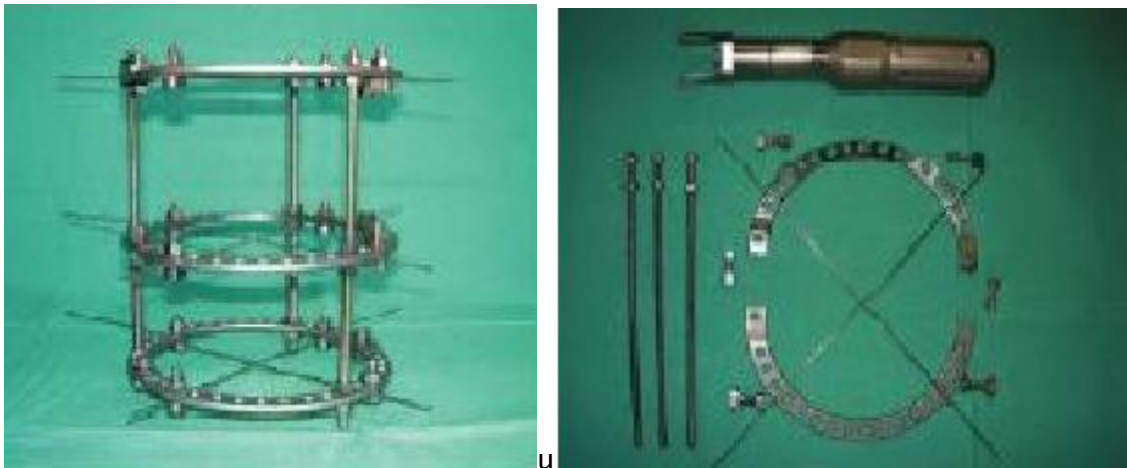


**Figure 17: Fixateur de Hoffman [52].**

**- Les fixateurs externes circulaires :**

Ils sont dits du type Ilizarov [67, 68, 69, 70,71] (figure 23), et entourent complètement le membre par leur exosquelette.

A part l'appareil de Kronner, les moyens d'union à l'os sont représentés par des broches fines de 1,5 à 2 mm de diamètre, montées sous tension [72, 73]. En fait ces trois catégories de fixateurs externes ne doivent pas être opposées : Un fixateur monolatéral peut être transformé en cadre et inversement ; les fixateurs de Volkov-Oganesian [74] et de Kronner sont des appareils hybrides, situés entre les systèmes en cadre et circulaires. La même réflexion peut être faite au sujet des fixateurs externes qui disposent d'un moyen spécifique et adapté à la fixation épiphysaire (Lortat-Jacob et coll.)[75]



**Figure 18: Fixateur d'ilizarov [71].**

Finalement, il existe deux grands modèles de fixateur externe, sur le plan purement chirurgical:

- Les appareils qui dérivent du fixateur de Lambotte et qui nécessitent une réduction du foyer osseux avant leur mise en place ; les appareils de ce groupe disposent généralement de deux ensembles fonctionnels : les fiches et l'élément de liaison qui se fixe directement sur elles.
- Les appareils qui dérivent des fixateurs d'Anderson et d'Hoffmann et qui permettent l'ostéotaxis et la correction de certaines erreurs d'orientation des fragments osseux. Les appareils faisant partie de cette catégorie sont formés de trois ensembles fonctionnels : les fiches, des porte fiches et des éléments de liaison unis aux portes fiches et habituellement excentrés par rapport au plan des fiches.

#### **4.1.3.1.2. Classification chirurgicale :**

Cette classification dite « chirurgicale » apparaît plus adaptée à ce que l'on souhaite obtenir en pratique quotidienne. Dans ces conditions, il convient d'individualiser quatre groupes et deux types de fixateurs externes:

##### **- Les fixateurs monoplans :**

Munis d'un seul plan de fiches non transfixiantes Types : Wagner, Mono-tube, Lortat-Jacob, Judet.

### **- Les fixateurs biplans:**

Munis de deux plans de fiches non transfixiantes Orientées selon les besoins à 60°, 90° ou 120° (géométrie en V).

Le montage peut être simple ou renforcé par une ou deux barres de liaison solidarissant les deux branches du V Types: Judet montés en V à 90° ou 120°.

### **- Les fixateurs en cadre:**

Munis d'un plan de fiches transfixiantes. Disposées au tibia dans un plan frontal. Type : Hoffmann-Vidal. Les moyens d'union permettent de réaliser des montages en cadre simple, en cadre double ou en cadre triangulaire.

### **- Les fixateurs circulaires:**

Ils utilisent des broches fines transfixiantes (Ilizarov) mais parfois aussi des fiches non transfixiantes ( Kronner, Ghawabi ).

Les types : Trois types mécaniques d'assemblage peuvent être décrits.

Type 1 : Ces fixateurs disposent d'un ou plusieurs plans de fiches et leur barre d'union s'adapte directement et sans pièce intermédiaire sur ces fiches (ex. Judet).

Type 2 : Ces fixateurs disposent eux aussi d'un ou plusieurs plans de fiches mais leur barre d'union s'adapte sur une pièce intermédiaire appelée porte-fiche (ex. : Hoffmann, Lortat-Jacob, Mono-tube, Wagner).

Type 3 : Ces fixateurs, qui peuvent être du type 1 ou 2 disposent en plus de colliers de serrage adaptables sur les barres d'union et susceptibles de recevoir une ou plusieurs fiches additionnelles (ex. : Mono-tube).d'une certaine mobilité dans le plan axial et la possibilité d'une reprise précoce de la fonction, représente un progrès considérable dans la conception de la fixation externe. C'est indiscutablement à Ilizarov [76] que l'on doit ce progrès. C'est une nouvelle philosophie de la réparation.

#### **4.1.3.2. Conception actuelle des fixateurs externes :**

La conception de la fixation externe a évolué comme la synthèse interne dans un sens biologique. Il existe en effet trois conceptions de fixation externe comme pour la synthèse interne.

##### **La fixation externe élastique :**

La fixation externe élastique est proposée par Burny et Firica comme un traitement habituel des fractures. Une certaine mobilité du foyer de la fracture sollicite l'ostéosynthèse périostée. Cette solution est surtout valable pour les fractures stables.

##### **La fixation externe rigide :**

La fixation externe rigide qui stabilise le foyer de la fracture, reste valable pour ceux qui privilégient la fixation externe dans les cas heureusement rares de fracas ouverts avec perte de substance osseuse. La fixation externe n'est pas alors un traitement complet. Elle doit associer des gestes de chirurgie plastique de recouvrement et des greffes osseuses. La fixation externe dynamique : La dynamisation, avec persistance osseuse où la reprise de la fonction occupe la première place. Pour le chirurgien orthopédiste, la fixation externe conserve toutes ses qualités intrinsèques : c'est un moyen thérapeutique élégant rapide et souple d'emploi. C'est aussi une méthode permettant de prévenir l'infection si redoutée puisque par définition l'ostéosynthèse reste extra-focale.



**Figure 19: Fracture ouverte de jambe traitée par un fixateur externe de Hoffmann (Traité de traumatologie, fractures et luxations des membres, tome II membre inférieur page 373-423, Pr Mustapha Mahfoud).**

#### **4.1.3.3. Indications de la mise en place d'un fixateur externe :**

Chez les patients traités en urgence, l'indication de la pose du fixateur externe a tenu compte essentiellement du type de l'ouverture cutanée. Si l'indication est systématique dans les fractures ouvertes type II souillées et type III, dans les fractures type I, le fixateur ne sera indiqué que lorsque la plaie est supérieure à la moitié de la largeur de la diaphyse de l'os, l'exploration de l'os est nécessaire dans ce cas, car l'os est très probablement sorti au moment du traumatisme et a réintégré sa place par la suite. Dans ce cas, un élargissement est nécessaire permettant le nettoyage et l'ablation d'éventuels corps étrangers et la fixation externe est impérative. La fixation externe est un moyen d'Ostéosynthèse qui reporte à l'extérieure des téguments le matériel de fixation habituellement au contact à l'intérieur de l'os. C'est un moyen excellent tant en ce qui concerne la réduction et la consolidation osseuse que la réparation et la cicatrisation des parties molles. Il existe de nombreux fixateurs repartis en trois grandes familles ayant des

caractéristiques mécaniques très variées, et nécessitant des montages parfois très différents.

### **Points importants :**

Sur le plan cutané, il est important de faire une incision cutanée suffisante pour éviter la striction de la peau autour de la fiche, source de nécrose et d'infection.

On évitera la transfixation des tendons.

Le risque vasculaire est l'atteinte de l'artère tibiale antérieure par une fiche de type transfixant surtout dans la partie basse de la jambe.

- Le danger musculaire est dominé par le syndrome de la loge antérieure.
- La surveillance des orifices de fiches est impérative.
- La raideur de la cheville est quasi constante à l'ablation du fixateur à cause de la compression prolongée de la loge antérieure par les fiches.
- L'attitude vicieuse du pied en varus équin sera prévenue par le contrôle quotidien de son maintien par semelle ou des coussins judicieusement places.

### **Avantage : [78]**

- Facilite d'emploi.
- Stabilité du montage.
- Liberté articulaire.
- Absence de matériel d'ostéosynthèse dans le foyer de fracture.
- Possibilité de compression.
- Possibilité de reprise d'une réduction insuffisante en cas d'installation secondaire.
- Facilite l'ablation du matériel.
- Béquillage et mobilité du malade.

- Facilite des soins locaux et réparation des pertes de substance.

### **Inconvénients: [79]**

- Le coût du matériel.
- Le temps d'immobilisation du matériel (2 à 3 mois avec des extrêmes allant de 42 jours à 9 mois).
- La durée d'hospitalisation est plus longue par rapport à d'autres méthodes.
- Les phénomènes d'intolérance des fiches.
- Les pseudarthroses aseptiques et les complications infectieuses.
- Raideur des articulations sus et sous-jacentes est fréquente si une rééducation n'a pas été entreprise.
- Risque de fractures itératives à l'ablation du fixateur.

## **4.2. Ostéosynthèse de la fibula:**

### **4.2.1. Voie d'abord : [80]**

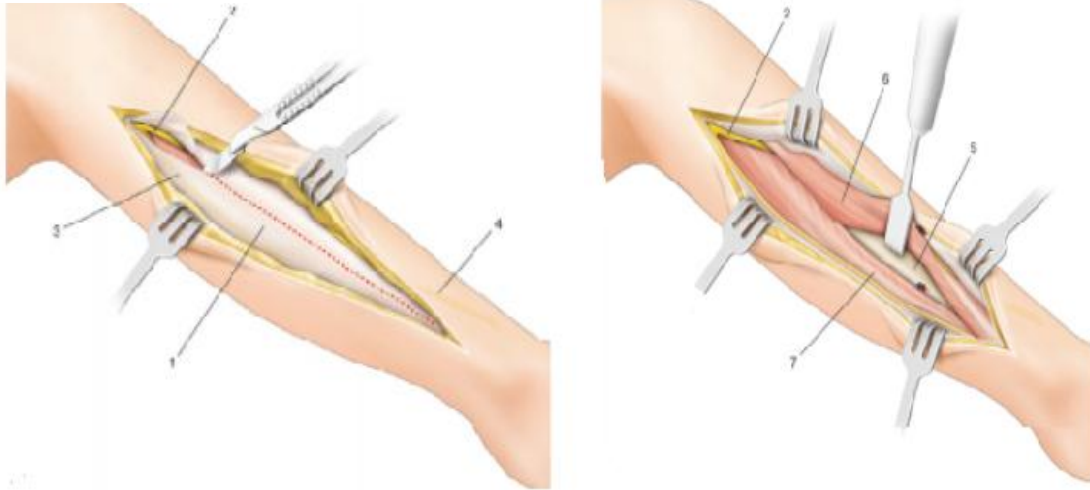
#### **4.2.1.1. Fractures médiadiaphysaires:**

Le patient est installé en décubitus dorsal ou en décubitus latéral sur une table orthopédique, stabilisé par trois appuis : un pubien, un sacré et un thoracique.

L'incision cutanée est rectiligne, elle débute 3 cm sous la tête de la fibula et s'étend en distal jusqu'à la gouttière rétromalléolaire latérale (figure n°25). L'incision du tissu sous-cutané permet d'atteindre le fascia crural ; celui-ci est incisé en avant du nerf cutané sural latéral. À la partie basse de l'incision, le nerf fibulaire superficiel doit être respecté : il perfore le fascia crural au tiers inférieur de la jambe.

L'abord de la diaphyse fibulaire se fait entre le muscle long fibulaire en avant et le muscle soléaire en arrière. À la partie haute de l'incision, on repère le nerf fibulaire commun qui croise le col de la fibula ; à la partie basse, il faut inciser le fascia crural en avant des tendons fibulaires qui se situent dans la gouttière malléolaire latérale. Le muscle long fibulaire est désinséré de la fibula en réalisant une hémostase soigneuse des branches de l'artère fibulaire. Si on veut aborder la totalité de la circonférence de la fibula, il faut désinsérer à la partie postérieure le

muscle long fléchisseur de l'hallux ; en arrière et en profondeur cheminent l'artère et la veine fibulaires.



**Figure 20: Voie d'abord latérale de la jambe [80]**

#### **4.2.1.2. Fractures du tiers inférieur :**

##### **4.2.1.2.1. Abord latéral:**

La voie latérale permet l'abord de la malléole latérale et des tendons fibulaires.

##### **Technique:**

Le patient est installé en décubitus dorsal, un coussin sous la fesse homolatérale pour compenser la rotation externe de la hanche. L'incision de 6 à 10 cm est réalisée dans l'axe de la fibula jusqu'à sa pointe ou se recourbant vers l'avant pour explorer le ligament tibiofibulaire antérieur (figure 26A). On évite tout décollement sous-cutané en allant droit devant au contact de la fibula (figure 26B).

##### **Risques:**

Le risque de nécrose cutanée est important et la peau ne doit pas être décollée. Le nerf fibulaire superficiel peut être lésé à la partie haute de l'incision où une variation anatomique est parfois visible : le nerf croise alors la diaphyse fibulaire 5 à 7 cm au-dessus de la malléole latérale. Le nerf cutané dorsal latéral peut être lésé à la partie distale de l'incision car il croise le trajet des tendons fibulaires.



**Figure 21: Abord latéral - A : incision cutanée - B : abord de la malléole latérale [80]**

#### **4.2.1.2.2. Abord postérolatéral.**

##### **Technique:**

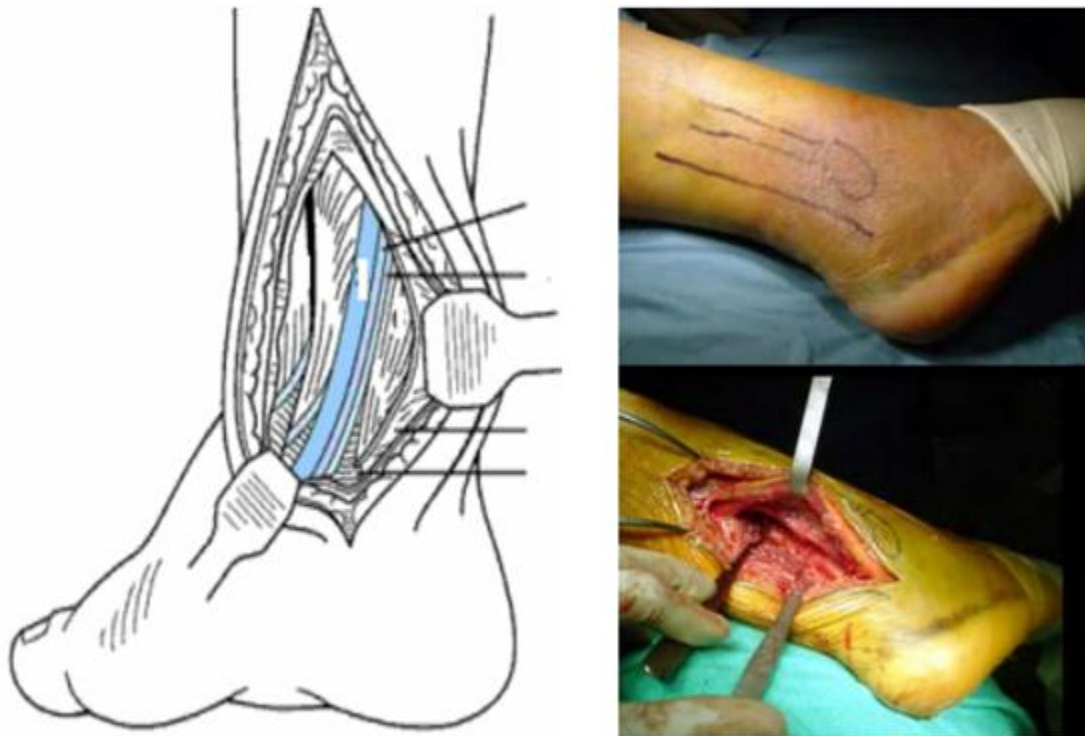
Le patient est installé en décubitus latéral du côté non traumatisé, maintenu par trois contre-appuis.

L'incision est longue de 10 cm; elle se situe en arrière de l'axe de la fibula parallèlement au relief des tendons fibulaires; elle se recourbe vers l'avant pour se terminer 2 cm sous la pointe de la malléole latérale (figure 27).

Après dissection non traumatique du tissu sous-cutané, la petite veine saphène et le nerf cutané sural médial sont repérés à la partie postérieure de l'incision. On passe en arrière des tendons fibulaires en respectant leur gaine tendineuse. Les perforantes provenant des vaisseaux fibulaires sont liées et sectionnées. On rugine l'insertion du muscle long fléchisseur de l'hallux à la face postérieure de la fibula, en prenant garde à ne pas léser l'artère fibulaire. Puis, à l'aide d'une rugine, on désinsère les muscles long fléchisseur de l'hallux et tibial postérieur de la membrane interosseuse et de la face postérieure du tibia.

##### **Risques:**

Le nerf cutané sural médial peut être lésé à la partie inférieure de la cicatrice. Lors de la désinsertion du fléchisseur de l'hallux, il faut rester au contact du plan osseux pour ne pas léser les vaisseaux fibulaires.



**Figure 22:Vue de l'incision postérolatérale permettant d'avoir l'accès au péroné [80].**

#### **4.2.2. Ostéosynthèse de la fibula:[81]**

L'ostéosynthèse de la fibula par plaque vissée est la plus utilisée. On utilise un matériel adapté à la situation sous-cutanée, la taille des fragments et à la conformation de la face latérale de l'extrémité distale de la fibula. Cette dernière, en plus de son galbe frontal, est séparée par une crête verticale tendue depuis le bord antérieur de la métaphyse jusqu'à la pointe lui donnant un aspect chantourné.

Les plaques de section courbe s'adaptent assez bien à ce relief tourmenté. La plaque doit être parfaitement adaptée au relief osseux, ce qui nécessite un temps de mise en forme très soigneux. Le matériel ne doit pas gêner la fermeture cutanée, ni entraîner de conflit avec les tissus de couverture et, en aucun cas, il ne doit pas comporter de risque d'exposition en cas de troubles de la cicatrisation des structures superficielles.

L'embrochage centromédullaire de la fibula a une indication exceptionnelle en raison du risque de vice réductionnel en varus et/ou rotatoire et de raccourcissement par télescopage intra focal.

L'enclouage centromédullaire de la fibula a pour but de restaurer la longueur de la fibula et une congruence articulaire.

## **II. Discussion de la série:**

### **1. Introduction:**

Nous avons comparé notre série aux plus grandes séries de la littérature qui avaient étudié l'intérêt de la fixation de la fibula dans le traitement des fractures du quart distal de la jambe.

Le symposium du Sofcot a publié une étude rétrospective de Bonnevialle [82] qui comporte une série de 142 cas des fractures du quart distal du tibia et de la fibula. Une étude menée par ROUHANI [83] qui comporte 53 cas traités par enclouage centromédullaire répartie en deux groupes en fonction de l'ostéosynthèse ou non de la fibula.

L'étude de Prasad [84] rapporte une série de 60 cas évaluant le rôle de la fixation de la fibula dans la diminution des risques du défaut d'alignement et de troubles de rotation des fractures du tibia. Une autre étude qui vise le même objectif a été publiée par Berlusconi [85], qui comporte 72 cas.

### **2. Epidémiologie:**

#### **2.1. Âge:**

Comparée à la série de Rouhani [83] où l'âge moyen a été de 28,6 ans (19ans-38 ans) et la série de Bonnevialle [82] où l'âge moyen a été de 42 ans (22-62). Notre série a eu 45 ans comme moyen d'âge des patients avec des extrêmes de 18 et de 75 ans, alors que dans la série de Prasad [84] l'âge moyen a été 31,2 ans.

**Tableau 15: Répartition des cas selon l'âge de différentes séries.**

<b>Auteur</b>	<b>Limite d'âge (ans)</b>	<b>Moyenne d'âge (ans)</b>
<b>Rouhani</b>	19-38	28,6
<b>Prasad</b>	20-45	31,2
<b>Bonnevialle</b>	22-62	42
<b>Notre série</b>	18-75	45

## **2.2. Sexe**

Dans notre série, on note une prédominance masculine (67 %). Dans la série de Berlusconi [85], on note également une prédominance masculine de 56 %. Même constat a été relevé dans la série de PRASAD [84] avec un pourcentage de 60 % et série de Rouhani [83] 84,9 %, la série d'Egol [86] révèle également prédominance masculine avec un pourcentage 71%.

**Tableau 16: Répartition des cas selon le sexe dans les différentes Séries.**

<b>Auteurs</b>	<b>Homme(%)</b>	<b>Femme(%)</b>
<b>Rouhani</b>	84,9	15,09
<b>Prasad</b>	60	40
<b>Egol</b>	71	29
<b>Berlusconi</b>	58	42
<b>Notre série</b>	67	33

## **2.3. Clinique :**

### **2.3.1. Mécanisme :**

Le mécanisme de la fracture peut être direct ou indirect.

- En cas de traumatisme direct, la fracture se produit au point d'impact (pare-chocs, écrasement). Dans ce cas, il s'agit des fractures fréquemment ouvertes et souvent sièges des lésions des parties molles avec décollement sous-cutané plus ou moins important.

Dans le cadre des fractures fermées, il existe fréquemment une contusion cutanée qui peut, au cours de l'évolution, se transformer en fractures ouvertes.

- En cas du traumatisme indirect, la fracture se produit à distance de l'impact, l'exemple le plus typique étant un mouvement de torsion sur pied bloqué. Dans ce cas, les lésions cutanées sont beaucoup moins fréquentes, ainsi, le risque infectieux est modéré.

Souvent, le traumatisme en flexion (chute en avant) réalise un trait de fracture transversal ou oblique ; le traumatisme en torsion (chute de ski) réalise un trait de fracture spiroïde.

### **2.3.2. Etiologie :**

Dans notre série, l'étiologie la plus fréquente a été les AVP (60,8 %) et les chutes (26 %). Les autres causes (accidents de sports, agressions...) ne représentent que 10%. La série de Berlusconi [85] rapporte 85% des AVP, 10% des chutes et le reste des mécanismes 5%. La série de Prasad [84] rapporte 90% des AVP, 10% des chutes et durant des entraînements militaires.

**Tableau 17: Etiologie des fractures du quart distal de la jambe dans différentes séries:**

<b>Auteurs</b>	<b>AVP(%)</b>	<b>CHUTES (%)</b>	<b>ACCIDENTS DE SPORT (%)</b>	<b>AGRESSION (%)</b>	<b>AUTRES (%)</b>
<b>Rouhani</b>	50,7	22,4	6,30	4,64	16
<b>Prasad</b>	90	10	-	-	-
<b>Berlusconi</b>	80	8	7	5	-
<b>Notre série</b>	60,8	26	8,69	4,34	-

Les accidents de la voie publique représentent la quasi-majorité des étiologies de ces fractures avec 28 cas et un taux de 60,8 %. Ce qui concorde avec les données de la littérature.

## **3. Anatomopathologie:**

### **3.1. Classification:**

Nombreuses classifications ont été utilisées pour classer les fractures du quart distal de la jambe, mais actuellement il n'existe pas de consensus international concernant l'utilisation d'une seule classification, ce qui rend difficile l'analyse de la littérature et la comparaison entre les séries publiées. La classification la plus adoptée est celle de l'AO.

#### **A1 : FRACTURE EXTRA-ARTICULAIRE METAPHYSIAIRE SIMPLE:**

A1.1 : Spiroïde.

A1.2 : Oblique.

A1.3 : Transversale.

**A2 : FRACTURE METAPHYSIAIRE A COIN:**

A2.1 : Coin postéro-latéral.

A2.2 : Coin antéro-médial.

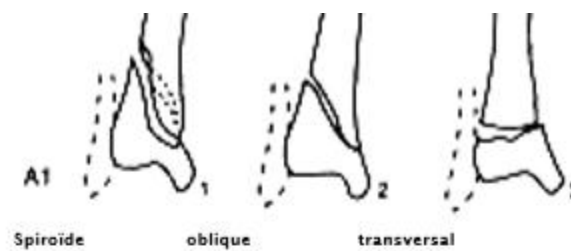
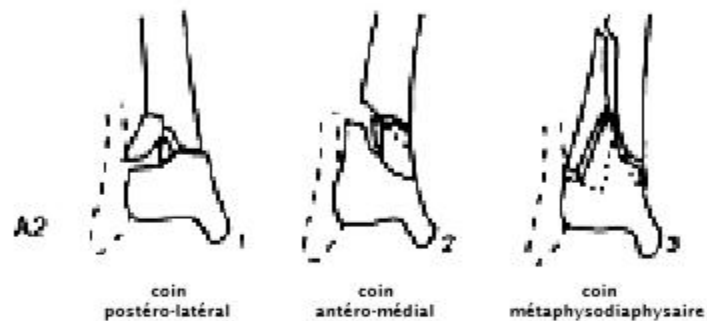
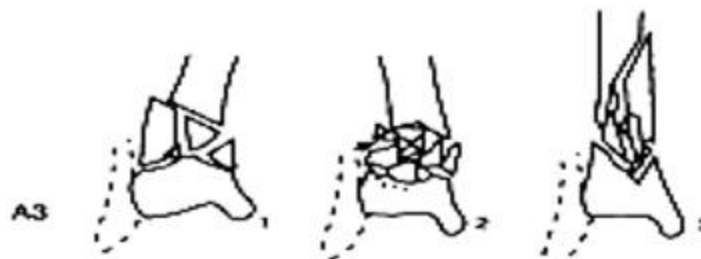
A2.3 : Coin métaphyso-diaphysaire.

**A3 : FRACTURE EXTRA-ARTICULAIRE METAPHYSIAIRE COMPLEXE:**

A3.1 : A 3 fragments intermédiaires.

A3.2 : A plus de 3 fragments intermédiaires.

A3.3 : Etendue à la diaphyse.

**FRACTURES EXTRA-ARTICULAIRE METAPHYSIAIRE A COIN:****FRACTURE EXTRA-ARTICULAIRE METAPHYSIAIRE COMPLEXE:****Figure 22: Classification des fractures du quart distal de la jambe [4].**

Dans notre série nous avons trouvé :

- Type A1: 32 cas soit 67,4 %.
- Type A2: 10 cas soit 21,73 %.
- Type A3: 6 cas soit 10,86 %.

Dans la série de Bonnevalle [82], la classification selon l'AO des 142 fractures métaphysaires tibiales se décomposant en 77 fractures de type A1 (42%), 28 de type A2 (66,7%) et 37 de type A3 (48,05 %). Dans la série d'Egol [86] nous avons trouvé : Type A1:50,70%, Type A2 :28,16%, Type A3 :7,04%.

Pour la série de Berlusconi [85] la classification de l'AO est comme suivant : Malades Bénéficiant de fixation de la fibula : 34% pour type A ,40 pour type B et 75 % pour type C. Sans fixation de la fibula 75,8% des fractures pour type A ,60% pour type B et 25 % pour type C.

Les résultats de notre série concordent avec les données de la littérature qui montrent clairement que les fractures type A.1 de la classification AO sont prédominantes.

### **3.2. Trait de fractures de la fibula :**

#### **3.2.1. Types du trait :**

Dans notre série nous avons trouvé que le trait de la fibula a été simple dans 30 cas (65,21 %) :

- Trait oblique: 15 cas (32,6 %).
- Trait transversal : 08 cas (17,39 %).
- Trait Spiroïde: 7 cas (15,21 %).

La fracture comminutive a été retrouvée dans 10 cas (21,73 %). La fracture bifocale, moins fréquent, a été retrouvée dans 06 cas (13,04 %).

Dans la série de Bonnevalle [82] la fibula avait un trait simple dans 50%, le trait comminutif a été retrouvé dans 35 %, bifocal dans 14%.

### **3.3. Types du trait de la fibula selon la classification de l' AO :**

La classification AO ne donne pas de place importante à la fracture fibulaire [6] qui ne reçoit qu'une adjonction codée descriptive. Les classifications spécifiques proposées par Robinson et al. Et Bonnevialle et al. Établies rétrospectivement et sans étude de reproductibilité avaient pour ambition d'intégrer la lésion fibulaire au sein d'une entité traumatique commune tout en donnant la primauté au trait tibial.

Bonnevialle [82] rapporte dans sa série que le type le plus fréquent a été le type A retrouvé dans 62,87 %, le type B dans 22,72 % et le type C dans 14,39 % des cas.

Dans la série de Prasad [84], on note que le type A est le plus prédominant avec un pourcentage 75 %, le type B retrouvé dans 18,33 % des cas et le type C dans 20 %.

Ainsi dans notre série le type A est toujours le plus fréquent, retrouvé dans 60,86 %, le type B dans 26,08 %. Le type le moins fréquent a été le type C, on le note chez 13,04 % des cas.

**Tableau 18: Comparaison des types de trait de la fibula selon la classification AO dans différentes séries.**

<b>Auteur</b>	<b>Type A(%)</b>	<b>Type B(%)</b>	<b>Type C(%)</b>
<b>Bonnevialle</b>	62,87	22,72	14,39
<b>Prasad</b>	75	18,33	20
<b>Notre série</b>	60,86	26,08	13,04

### **3.4. L'ouverture cutanée :**

**En cas de fixation de la fibula** nous avons retrouvé dans notre série que la fracture a été ouverte dans 34 % des cas, série de Berlusconi [85] 47 % des cas.

La série de Rouhani [83] rapporte 45,8 % et dans la série de Prasad 40 % [84].

**Sans fixation de la fibula**, nous avons trouvé dans notre série 32 % des fractures ouverte. La série de Berlusconi [85] rapporte 52% et dans la série de Rouhani [83] on note 58,6 % alors la série de Prasad [84] rapporte 34 %.

**Tableau 19: Ouverture cutanée dans différentes séries.**

	En cas de fixation de la fibula (%)	Sans fixation de la fibula (%)
<b>Berlusconi</b>	47	52,5
<b>Rouhani</b>	45,8	58,6
<b>Prasad</b>	25	34
<b>Notre Série</b>	38	45

### **III. L'évolution:**

#### **1. Délai de consolidation:**

Comparé à la série de Berlusconi [85] qui avait comme délai de consolidation 4,93 mois pour les cas avec fibula non fixée et 5 mois en cas de fixation. Le délai de notre série, en cas de fixation de la fibula était 5 mois, pour le 2ème groupe le délai était 5,63 mois. Dans la série de Prasad [84], on note 3,45 mois en cas de fixation, sans fixation on trouve 4,12 mois.

**Tableau 20: Délai moyen de consolidation dans différentes séries :**

	Fibula fixée (mois)	Fibula non fixée (mois)
<b>Notre série</b>	5	5,63
<b>Prasad</b>	3,45	4,12
<b>Berlusconi</b>	5	4,93

#### **2. Taux de consolidation:**

En cas de fixation de la fibula: Le taux moyen de série de Berlusconi [85] a été 92,30 %. Dans la série de Bonneville [82] on trouve 76 %. La série de Rouhani [83] rapporte 95 % des cas consolidés. Dans notre série, nous avons trouvé 84 %.

Sans fixation de la fibula. La série de Berlusconi avait trouvé 91,17 % [85]. Dans La série de Rouhani on note 82,75 % [83]. La série de Bonnevialle [82] rapporte 78%, et dans notre série on trouve 84%.

**Tableau 21: Comparaison de taux de consolidation selon la fixation ou non de la fibula dans différentes séries**

Auteur	Sans fixation de la fibula (%)	En cas de fixation de la fibula (%)
Bonnevialle	76	78
Berlusconi	92,30	91,17
Rouhani	95	82,75
Notre série	80	84

## IV. Résultats :

### 1. Résultats angulaires:

Dans notre série, nous avons relevé les déviations angulaires sur les radiographies et les avons classées dans le plan frontal et sagittal. Selon les critères suivants: Pour le valgus, le recurvatum et l'antécurvatum (ou flessum), nous avons choisi comme limites 10°. Pour le varus, étant moins toléré, nous avons été plus sévères et on a choisi comme limite 5°.

Dans notre série nous avons trouvé 5 cas ont présenté des mauvais résultats d'angulation, pour les cas ayant bénéficié de la fixation, on note un cas de varus plus de 5° (4%). Dans l'autre groupe on dénombre 4 cas de troubles d'angulation (19%), il s'agit de 2 varus de plus de 5 % et deux cas de valgus plus de 10°.

La série de Berlusconi [85] rapporte pour défaut d'alignement angulaire de 5°-10° : 20 % des cas ayant bénéficié de la fixation. Pour les cas qui avaient bénéficié de la fixation de la fibula on note présence d'anomalie de plus de 5 ° dans tous les cas. Aucun cas dans les deux groupes n'avait présenté un défaut d'alignement plus de 10°.

La série de Bonneville [82] a montré 11 cals vicieux tibiaux, égaux ou supérieur à  $10^\circ$  soit 8,32%. Six cas après enclouage tibial (3 en valgus ,3 en recurvatum ) et 4 cas après l'ostéosynthèse par plaque (2 cas en valgus et un cas en recurvatum) et un cas en varus après fixateur externe . Dans les 04 cas (10,25%) où la fibula a été fixé en premier suivie d'enclouage et de 03 cas traités par plaque vissée, ce geste a provoqué ou aggravé le cal vicieux tibial. D'un autre coté l'absence de fixation fibulaire a conduit à 7 cals viceux tibiaux (5 après enclouage, un après plaque et un après fixateur externe ) soit 11,47%.

La série d'Egol [86] rapporte 4 cas (6,56%) du défaut de réduction postopératoire identifiés sur radiographie de contrôle, les fractures ont été de type A2 et A3 selon la classification et ouverte stade 3 selon classification de Gustillo, dans trois cas le trait de la fibula a été au même niveau que la fracture du tibia. La fixation de la fibula a été faite dans un seul cas (4%). Ils étaient tous repris chirurgicalement après 2 semaines avec bonne amélioration d'alignement lors de suivi au grand recul. 7 malades avait développé un défaut d'angulation (10,5%), dont 6 cas ont été sans fixation de la fibula (13,63%) et le trait de la fibula a été au même niveau que la fracture du tibia dans 6 cas, la fracture a été type A2 dans 2 cas et type A3 dans 5 cas.

Pour l'étude de Rouhani [83], 7 cas ont développé une cal viceux (12,96%) dont 6 cas sans fixation de la fibula (14,29%), (3 cas en varus plus  $10^\circ$  et un cas de combinaison d'anomalie varus et recurvatum).

## **2. Troubles de rotation :**

Ceux-ci ont été mesurés cliniquement, patient en décubitus dorsal, rotules au zénith, en relevant l'angle du pied par rapport à la verticale et en le comparant au côté sain.

Dans notre série nous avons trouvé 3 cas de rotation interne plus de  $5^\circ$  soit 12% aucun cas n'a bénéficié de l'ostéosynthèse de la fibula. On note également 4 cas de rotation externe plus de  $10^\circ$  (8,69%) ; un cas a bénéficié de fixation de la fibula, soit 4 %.

Dans la série de Prasad [84], on note présence de rotation externe entre  $5^\circ$  et  $10^\circ$  chez tous les malades, et aucun cas de rotation externe plus de  $10^\circ$  dans le groupe bénéficiant de l'ostéosynthèse de la fibula. Dans le 2<sup>ème</sup> groupe 20 patients

ont de rotation externe entre 5° et 10° (66,67%), alors que 10 malades ont de rotation externe plus de 10° (33,33%).

Dans la série de Bonneville [82], lorsque la fibula est fixée, nous avons trouvé 4 cas de rotation externe plus de 10° et 2 cas de rotation interne plus de 5°. Sans fixation de la fibula nous avons trouvé 8 malades avec rotation interne plus de 5° et 6 malades de rotation externe plus de 10°.

D'après notre étude et les résultats de la littérature, on peut conclure que la synthèse de la fibula permet une meilleure réduction, en particulier éviter un valgus trop important, et diminuer les troubles de la rotation. De nombreux auteurs se sont intéressés à l'intérêt de réaliser cette synthèse, Pour certains auteurs la synthèse doit être systématique [87, 88, 89], alors que pour Varsalona et Liu [87], la synthèse d'une fracture fibulaire ne doit être réalisée qu'en présence d'une lésion de la syndesmose ou d'une cheville déstabilisée. Ils justifient cette attitude par le risque iatrogène encouru et le retard de consolidation tibial. Ce retard de consolidation du foyer tibial, en présence d'une fibula intacte ou fixée, est rapporté par Teitz [90] avec une fréquence de 22 %. Certains proposent alors avec succès une ostéotomie fibulaire [91,92].

D'autres enfin proposent l'ostéosynthèse de la fibula comme aide au contrôle de la réduction de la longueur et de la rotation de la fracture tibiale. La fibula joue un rôle important dans la stabilité mécanique de la cheville lors de la marche.

Strauss [93] a mis en évidence l'intérêt d'une fibula intacte ou ostéosynthésée sur la stabilité des montages, et ce quel que soit l'implant utilisé pour le tibia (plaque verrouillée ou clou). Dans les cas où la fibula ne peut être synthésée, les auteurs préconisent même l'utilisation d'une plaque verrouillée pour le tibia, arguant une meilleure stabilité initiale.

L'étude cadavérique de Morrison [94] apporte des conclusions sensiblement différentes: la synthèse des fractures fibulaires augmente la résistance aux contraintes axiales d'un facteur 2,2 alors que la résistance en torsion est peu modifiée.

Weber [95] a montré que l'apport de la synthèse fibulaire sur la stabilité tibiale dépend du type de fixation tibiale. Ainsi il a observé un gain de rigidité dans le seul groupe du tibia stabilisé par fixation externe. Sur la base d'une étude clinique, Egol [96] plébiscite l'ostéosynthèse des fractures fibulaires puisqu'elle permet un

meilleur contrôle initial de la fracture (trois fois plus de défaut secondaire dans le groupe « fibula non synthésée ») mais surtout un maintien dans le temps de la réduction. Cette synthèse fibulaire doit être réalisée en premier. Elle permet d'obtenir une meilleure réduction de la composante tibiale, de rigidifier le montage en augmentant sa résistance en compression axiale et de procurer au montage une stabilité dans le temps.

Kumar [97] étudie sur cadavres la différence de stabilité d'une fracture du quart inférieur de la jambe traitée par enclouage centromédullaire verrouillé avec ou sans synthèse de la fibula. Il trouve une différence significative en faveur de la synthèse de la fibula. Il rapporte également dans une étude à paraître, 60 cas de perte de réduction progressive en valgus chez des patients n'ayant pas bénéficié de synthèse de la fibula.

Kellam [98] revient sur cette étude et insiste sur l'effet «essuie-glace» des vis de verrouillage dans les orifices du clou, entraînant des pertes de réduction du fait de 6° de débattement de ces vis dans le clou. Il revient sur l'importance de la mise en place de ces vis distales et sur l'intérêt d'en placer au moins deux, voire trois, et si possible une antéropostérieure, pour assurer une meilleure stabilité au montage. Ceci associé à une synthèse de la fibula. Cela confirmerait l'intérêt d'utiliser plutôt des clavettes que des vis pour le verrouillage et de généraliser l'utilisation des clous modernes à verrouillage très distal et biplan.

## **V. Complication:**

### **1. Infection :**

Il s'agit d'une infection chronique pouvant survenir sur un os consolidé appelée ostéite, ou sur os non consolidé appelée pseudarthrose septique.

L'ostéite peut être une complication rencontrée dans le traitement chirurgical avec greffe septique sur le matériel d'ostéosynthèse et dans le foyer de fracture ou à distance. Elle se manifeste par une inflammation localisée, fistule cutanée avec issue de pus, douleur et une fièvre modérée souvent absente. Les radiographies retrouvent parfois un séquestre osseux mieux visualisé sur le scanner. Elle est d'autant plus redoutable qu'elle est associée à une pseudarthrose, nécessitant plusieurs temps chirurgicaux avec ablation du clou et des traitements antibiotiques étalés sur plusieurs mois; à la longue, en cas d'échec des traitements, elle peut

conduire à l'amputation. Sa prévention par un traitement initial correcte est capitale (parage, lavages correctes en urgence, antibioprophylaxie, rigueur des temps et des méthodes chirurgicaux).

### **1.1. En cas de fixation de la fibula :**

Nous avons trouvé dans notre série 3 cas de sepsis sur matériel (12 %). un cas sur enclouage centromédullaire après 5 mois, 2<sup>ème</sup> cas sur plaque vissée (fractures fermées , le 3<sup>ème</sup> cas sur fixateur externe nécessitant un parage avec ablation de matériel d'un foyer déjà consolidé.

Dans la série de Rouhani on note 2 cas (8,33 %) d'infection superficielle nécessitant un parage avec antibiothérapie. la série de Prasad rapporte six cas de l'infection sur matériel soit 20 %. Dans la série de Berlusconi, on note 9,56 % de sepsis sur matériel.

### **1.2. Sans fixation de la fibula :**

Notre série rapporte 2 cas de surinfection (9,52%), un cas de sepsis sur enclouage et un autre sur une fracture ouverte stade 3 bénéficiant d'un fixateur externe.

La série de Rouhani rapporte un seul cas d'infection d'une fracture ouverte stade 2 (3,4 %). La série de Prasad rapporte un seul cas également (3,3 %). On note 6,43 % dans la série de Berlusconi.

**Tableau 22: Tableau comparative de taux d'infection postopératoire en fonction de la fixation ou non de la fibula dans différentes séries :**

	<b>Avec fixation de la fibula</b>	<b>Sans fixation de la fibula</b>
<b>Notre série</b>	12 %	9,52 %
<b>Prasad</b>	20 %	3,3 %
<b>Berlusconi</b>	9,56 %	6,43 %
<b>Rouhani</b>	8,33 %	3,4 %

## **2. Retard de consolidation et la Pseudarthrose :**

La consolidation clinique et radiologique d'une fracture varie en fonction de la localisation anatomique, comminutive du foyer et de la présence de lésions musculocutanée. Elle est en moyenne de 3 mois.

La consolidation est affirmée sur un faisceau d'arguments à la fois cliniques (indolence à l'appui et / ou la mobilisation) et radiologiques (cal unitif et évolutif sur des clichés successifs).

Le retard de consolidation est l'absence de consolidation dans les délais usuels : à partir du quatrième mois, mais la consolidation peut encore survenir sans changement du moyen thérapeutique.

La pseudarthrose est l'absence définitive de consolidation après un délai de 6 mois, nécessitant un changement du moyen thérapeutique, se manifestant par des signes cliniques et radiologiques. Elle peut être atrophique ou hypertrophique. Les facteurs favorisant la pseudarthrose sont: la localisation de fracture au niveau du quart inférieur de la jambe, l'insuffisance d'immobilisation, le déperiestage Peropératoire, la perte de substance osseuse et le type de fracture (par exemple troisième fragment par coin de flexion). Le diagnostic de pseudarthrose repose sur :

### **- Critères cliniques:**

- Mobilité du foyer de fracture (valable en cas de traitement orthopédique ou de clou d'alignement non verrouillé)
- Douleur lors de la mise en charge ou lors de la mobilisation en torsion du squelette jambier.
- Accessoirement, augmentation de la chaleur locale.

### **- Critère radiographique :**

Présence d'une solution de continuité avec un cal peu ou pas visible.

## **2.1. En cas fixation de la fibula.**

Dans notre série La pseudarthrose a intéressé 4 cas (16 %). Les cas concernés ont bénéficié d'enclouage centromédullaire dans 1 cas, plaque vissée dans autre cas et fixateur externe pour deux cas.

La série de Bonneville rapporte 14 cas de pseudarthrose (29,78%). Dix cas ont bénéficié de fixateur externe, deux cas d'enclouage et 2 cas de plaque vissée.

La série de Rouhani rapporte un seul cas sur enclouage (4,16%). Pour la série de Berlusconi, on note 2 cas (3,84%) ; les deux cas sont des fractures ouvertes et de Type C selon la classification AO; le 1er cas a bénéficié d'enclouage et l'autre de plaque vissée. La série de Egol n'a rapporté qu'un seul cas sur enclouage centromédullaire (4,83 %).

## **2.2. Sans fixation de la fibula :**

Notre série rapporte 3 cas de pseudarthrose (14 ,28 %). Deux fractures ouvertes (stade 1 et 2) ont bénéficié de fixateur externe, le 3ème cas a été sur enclouage centromédullaire.

La série de Bonneville rapporte 9 cas (11 ,39 %), 6 cas sur fixateur externe, 2 cas sur plaque vissée et un cas sur enclouage centromédullaire.

Dans La série de Rohani (10,34%), on note 3 cas de pseudarthrose (2 fractures ouvertes).

La série de Berlusconi 3 cas (8,82 %), deux cas ont été des fractures ouvertes, deux cas ont bénéficié d'enclouage et un cas de plaque vissée.

Dans la série d'Egol nous avons trouvé 3 cas (2 %) de pseudarthrose, un cas a été fermé stade 2, les 3 cas ont bénéficié d'enclouage centromédullaire.

**Tableau 23 : Tableau comparatif des cas de pseudarthrose dans différentes séries.**

	<b>Avec fixation de la fibula</b>	<b>Sans fixation de la fibula</b>
<b>Notre série</b>	16 %	14,28 %
<b>Bonnevialle</b>	29,78 %	11,39 %
<b>Berlusconi</b>	3,84 %	8,82 %
<b>Rouhani</b>	4,16 %	10,34 %
<b>Egol</b>	2 %	4,83 %

on peut conclure d'après notre série et la littérature que la fixation de la fibula dans le traitement des fractures du quart distal de la jambe n'augmente pas les risques de l'infection et de la pseudarthrose.

# CONCLUSION

Les fractures du quart distal de la jambe sont des fractures de l'adulte jeune, caractérisées par une prédominance masculine et par l'atteinte du côté droit. L'étiologie la plus fréquente est représentée par les accidents de la voie publique. Les traits de fractures spiroïdes sont en tête de liste car le mécanisme le plus fréquent est un mécanisme de torsion.

Ces fractures sont le plus souvent associées à une fracture fibulaire de niveaux divers. Selon la classification AO, les fractures extra articulaires métaphysaires simples A1 est le prédominant.

Tandis que les séries de la littérature ne permettent pas de conclure sur la nécessité du geste fibulaire, les études biomécaniques ont montré que la fixation de la fibula était utile pour augmenter la stabilité de la fixation tibiale.

L'analyse de notre série vérifie l'hypothèse émise en soulignant l'importance de la lésion fibulaire au sein d'une même entité biomécanique et pathologique que représentent les fractures distales du tibia.

En particulier, elle confirme l'intérêt d'une double fixation opératoire, en complément de stabilité mais aussi de réduction lorsqu'un fixateur externe ou un enclouage sont indiqués. Dans le premier cas, les lésions cutanées qui imposent en général ce type de stabilisation sont rarement situées latéralement : la fibula fixée en premier redonne au squelette jambier sa longueur et un certain degré de réduction fronto-sagittale. Dans l'enclouage à foyer fermé, la réductibilité des lésions tant tibiale que fibulaire est d'autant plus difficile à obtenir qu'il s'agit d'un traumatisme en torsion engendrant un trait à composante rotatoire : l'ostéosynthèse fibulaire préalable réduit anatomiquement tout déplacement horizontal.

Notre série également ne souligne pas la présence d'un rapport significatif entre la fixation de l'ostéosynthèse de la fibula et la consolidation du foyer tibial. Pourtant un trait de la fibula située au même niveau que la fracture du tibia, en absence de la fixation de la fibula, augmente le risque de retard de consolidation de la fracture tibiale.

L'analyse de notre résultat a conclu que l'ostéosynthèse de la fibula n'augmente pas le risque de complication postopératoire surtout l'infection et la nécrose cutanée.

# RÉSUMÉS

## Résumé

Les fractures combinées du quart distal du tibia et de la fibula sont des lésions très fréquentes en traumatologie. Le débat est en cours sur la nécessité de la fixation fibulaire en cas de fracture de la fibula associée. Cette étude vise à évaluer le rôle de la fixation fibulaire dans le traitement des fractures du quart distal du tibia.

Nous présentons l'expérience du Service de Chirurgie traumatolo-orthopédie 2 du CHU HASSAN II de FES, concernant 46 fractures du quart inférieur du tibia associées à une fracture de la fibula, traitées chirurgicalement durant une période étendue du janvier 2013 au juin 2016. L'âge moyen de nos patients a été 45 ans, avec des extrêmes de 18 et de 71 ans. Nous avons noté une prédominance masculine avec un pourcentage de 63%. Le côté droit a été atteint dans 28 cas (58 %). Les AVP représentent 60,8% des étiologies (24 cas), les chutes 26% (12 cas). L'ouverture cutanée a été notée dans 14 cas (30,43 %), dont 7 cas ouverture stade I de Cauchoix et Duparc(19,28%) ,4 cas stade II(8,69%) et 3 cas stade III. Le type A spiroïde selon la Classification AO est le plus prédominant .Le niveau de la fracture de la fibula est fréquemment situé au même niveau que le foyer du tibia, retrouvé dans 69,56% des cas.

Dans notre série 36 cas ont été traité par enclouage centromédullaire ,4 cas par plaque vissée et 5 cas par fixateur externe .25 cas ont été bénéficiés de la fixation de la fibula.

Dans le groupe des cas ayant bénéficié de fixation de la fibula nous avons trouvé 4% de défaut d'angulation, alors on note 14 % dans le groupe des cas sans fixation de la fibula.

Après un recul moyen de 12 mois, nous avons noté que La consolidation a été obtenue en 20 semaines en moyenne en cas de fixation de la fibula. Dans l'autre groupe le délai moyen de consolidation était 22 semaines. La pseudarthrose a été retrouvée dans 7 cas, dont trois cas ont bénéficié de l'ostéosynthèse de la fibula.

En cas de fixation de la fibula, la surinfection a été relevée dans 3 cas, on note également 2 cas de nécrose cutanée. Sans fixation de la fibula nous avons trouvé 2 cas d'infection sur matériel et 1 cas de nécrose cutanée.

À la lumière des résultats de cette étude et ceux de la littérature, on peut conclure que l'ostéosynthèse de la fibula permet une meilleure réduction et diminuer les troubles de rotation. Nous n'avons pas trouvé un retentissement significatif de la fixation de la fibula sur la consolidation de la fracture tibiale, et la fréquence des infections postopératoires.

**Mots clés** : Jambe – Fractures du quart distal – Fixation de la fibula.

## ملخص

تعد كسور الربع الأسفل للساق و عظم الشظية من أكثر الكسور انتشارا في جراحة العظام و المفاصل. تثبيت عظمة الشظية المنكسرة في علاجها مازال غير متفق عليه. هدف هذه الدراسة هو تحديد أهمية تثبيت عظم الشظية في علاج كسور الربع الأسفل للساق.

نقدم في هذه الدراسة تجربة مصلحة جراحة العظام و المفاصل 2 للمستشفى الجامعي بفاس، التي تم 46 حالة للكسور الربع الأسفل للساق و عظم الشظية خلال مدة تراوحت بين يناير 2013 و يونيو 2016 . معدل عمر المرضى كان في حدود 45 سنة و يتراوح بين 18 و 71 سنة، كما أن الإصابة كانت مرتفعة عند الذكور بنسبة 63%، كما ان أهم سبب هو حوادث السير بنسبة 60,8%. بينما الجانب الأيمن هو الأكثر إصابة بنسبة 58%. عدد الكسور المفتوحة كان 14 حالة، من بينها 7 حالات من الدرجة الأولى، 4 حالات من الدرجة الثانية وثلاث حالات من الدرجة الثالثة. النوع المولب للكسور هو النوع المهيمن، بينما مستوى كسر عظم الشظية يوجد في مستوى عظم الساق في 69,56% من الحالات.

في دراستنا 36 حالة عولجوا بالتسمير المركزي النخاعي، 4 حالات باللوحة الملوية و 6 حالات بالمثبت الخارجي. تم تثبيت عظم الشظية في 25 حالة. في مجموعة الحالات التي تم تثبيت فيها عظم الشظية وجدنا نسبة الإحراف السهمي 4% بينما يوجد في المجموعة الأخرى بنسبة 14%.

بعد 18 شهر من المتابعة، متوسط مدة التهام كسر الساق في حالة تثبيت عظم الشظية كان 20 اسبوع مقابل 22 أسبوع في حالة عدم التثبيت. التماس الكاذب وجد في 7 حالات، من بينها 3 حالات تم تثبيت فيها عظم الشظية. كما تم معاينة 3 حالات تعفن و حالتين نخر الجلدي في المجموعة التي تم تثبيت عظم الشظية، بينما في المجموعة الأخرى وجدنا حالتين من التعفن الجلدي و حالة واحدة من النخر الجلدي .

من خلال نتائج دراستنا و الدراسات الأخرى، نستنتج أن تثبيت عظم الشظية تساعد على استقرار كسر الساق و تجنب الاعوجاج. بينما لا يوجد تأثير التثبيت على التهام كسر الساق و تعفن الجلدي.

كلمات البحث: الساق - كسور الربع الأسفل - تثبيت عظم الشظية.

## Summary

The combined fractures of the distal quarter of the tibia and fibula are very frequent lesions in orthopedic surgery. The debate is ongoing about the need for fibular fixation in the event of fracture of the associated fibula. This study aims to evaluate the role of fibular fixation in the treatment of fractures of the distal quarter of the tibia.

We present the experience of the Department of Orthopedic Surgery 2 of the university hospital Hassan II in Fes, concerning 46 fractures of the lower quarter of the tibia associated with a fracture of the fibula, treated surgically for an extended period from January 2013 to June 2016. The average age of our patients was 45 years, with extremes of 18 and 71 years. We noted a male predominance with a percentage of 63%. The right side was concerned in 28 cases (58%). Motor vehicle collisions (MVC) account for 60.8% of the causes (24 cases), falls 26% (12 cases). The cutaneous opening was noted in 14 cases (30.43%), including 7 cases: Opening stage I of Cauchoux and Duparc (19.28%), 4 cases stage II (8.69%) and 3 cases stage III. AO classification Type A fracture is the most common. The site of the fracture in the fibula is frequently located at the same level as the fracture of the tibia found in 69,56% of the patients.

In our series, 36 cases were treated by centromedullary nailing, 4 cases per plate screwed and 5 cases by external fixator. 25 cases benefited from fixation of the fibula.

After a follow-up of 12 months, we noted that consolidation was obtained in 20 weeks on average in case of fixation of the fibula. In the other group the consolidation time was 22 weeks, pseudoarthrosis was found in 7 cases, three of which benefited from fibula osteosynthesis.

In case of fixation of the fibula, infection was diagnosed in 3 cases, one of which presents a deep infection, we also noted 2 cases of skin necrosis. With no fixation of the fibula we found 2 cases of infection on material and 1 case of skin necrosis.

In the light of the results of this study and those of the literature, it can be concluded that osteosynthesis of the fibula allows a better reduction and decreases the rotation disorders. And we have not found a significant impact of the fixation of the fibula on consolidation as well as postoperative infection.

**Keys words:** Leg - Fractures of the distal quarter - Fibular fixation.

# **BIBLIOGRAPHIE**

**1- Gerard Y, Evrard J.**

Fractures extra-articulaires du quart inférieur de la jambe.

J Chir 1963;85:61—70.

**2- Zucman J, Roux JP.**

Fractures basses récentes de jambe chez l'adulte. Définition, classification, résultats thérapeutiques à propos de 109 cas.

Rev ChirOrthop 1972;58:789—802.

**3-Utheza G, Chandeclerc D, Cuzacq JP.**

Les fractures extraarticulaires de l'extrémité inférieure du tibia.

Rev Med Toulouse 1972;8:93—9.

**4- Muller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J.**

AO Classification of fractures.

Berlin: Springer Verlag; 1990.

**5- Robinson CM, Mac Lauchlan GJ, Mac Lean IP, Court-Brown CM.**

Distal metaphyseal fractures of the tibia with minimal involvement of the ankle: classification and treatment by locked intramedullary nailing.

J Bone Joint Surg (Br) 1995;77:781—7.

**6- Bonneville P, Savorit L, Combes JM, Rongieres M, Bellumore Y, Mansat M.**

Value of intramedullary locked nailing in distal fractures of the tibia.

Rev ChirOrthop 1996;825:428—36.

**7- Gorczyca JT, Mac Kale J, Pugh K, Pienkowski D.**

Modified nails for treating distal tibia fractures.

J Orthop Trauma 2002;16:18—22.

**8- Kumar A, Charlebois SJ, Cain EL, Smith RA, Daniels AU, Crates JM.**

Effect of fibular plate fixation on rotational stability of simulated distal tibial fractures treated with intramedullary nailing.

J Bone Joint Surg (Am) 2003;85:604—8.

**9- Strauss EJ, Alfonso D, Kummer FJ, Egol KA, Tejwani NC.**

The effect of concurrent fibular fracture on the fixation of distal tibia fractures: a laboratory comparison of intramedullary nail with locked plates.

J Orthop Trauma 2007;21:172—7.

**10- Morin PM, Reindl R, Harvey EJ, Beckman L, Steffen T.**

Fibular fixation as an adjuvant to tibial intramedullary nailing in the treatment of combined distal third tibia and fibula fractures: a biomechanical investigation.

Can J Surg 2008;51:45—50.

**11- Sarmiento A, Latta LL.**

450 closed fractures of the distal third of the tibia treated with a functional brace.

ClinOrthop 2004;426:261—71.

**12- Yang SW, Tzeng HM, Chou YJ, Teng HP, Liu HH, Wong CY.**

Treatment of distal tibial metaphyseal fractures: plating versus shortened intramedullary nailing.

Injury 2006;37:531—5.

**13- Mosheiff R, Safran O, Segal D, Liebergall M.**

The unreamed tibial nail in the treatment of distal metaphyseal fractures.

Injury 1999;30:83—90.

**14- Gao H, Zhang CQ, Luo CF, Zhou ZB, Zeng BF.**

Fractures of the distal tibia treated with polyaxial locking plate.

ClinOrthop 2009;467:831—7.

**15- Egol KA, Weisz R, Hiebert R, Tejwani NC, Koval KJ, Sanders RW.**

Does fibular plating improve alignment after intramedullary nailing of distal metaphyseal tibia fractures?

J Orthop Trauma 2006;20:94—103.

**16- Valier HA, Le TT, Bedi A.**

Radiographic and clinical comparisons of distal tibial shaft fractures (4 to 11 proximal to the plafond): plating versus intramedullary nailing.

**17- De La Caffiniere JY, Benzimra R, Chanzy N.**

Treatment of distal metaphyseal fractures of the tibia with the interlocking flexible osteosynthesis system.

RevChirOrthop 1999;85:42—50.

**18- Cauchoix J, Duparc J. et Ducourthorax J L.**

Traitement des fractures ouvertes de jambe.

**19- Fourquet JP De**

L'utilisation de la plaque « en trèfle » dans les ostéosyntheses des fractures basses de jambe.

Th. Méd: GRENOBLE: 1981.

**20 - Heim U**

Le traitement chirurgical des fractures du pilon tibial.

J Chir 1972;27:323-7.

**21- Muller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J**

The unreamed tibial nail in the treatment of distal metaphyseal fractures.

Injury 1999;30:83-90.

**22- Mourgues G, Fisher L, Schuhl P**

Les fractures extra-articulaires du quart inférieure du tibia,

Acta Orthop. Bel, 1978;44:297-04.

**23- Bonneville P, Savorit L, Combes JM, Rongieres M, Bellumore Y, Mansat M**

Intérêts de l'enclouage centro-médullaire verrouillé dans les fractures distales de la jambe

Rev Chir Orthop 1996 ; 82 : 428-436.

**24- L. Drake, waynvogl, M. Mitchelle.**

Gray's anatomy, p570-571.

**25- Frank H Netter Atlas d'anatomie humaine**

**26- Daoudi A, Chakour K,**

Images de dissection de la jambe,

2008 Atelier d'anatomie Faculté de Médecine et de Pharmacie de Fès.

**27- Kahle W., Leonhardt H, Plattzer W:**

Flammarion-Medeci-sciences Tome 1

**28-McNbi, Dehass WG**

The role of periosteal blood supply in the healing of fractures of the tibia.

Clin Ortho. 1974;10:27-33.

**30- GUSTILO RB; MENDOZA RM; WILLIAMS DN**

Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures.

J. Trauma. ; 1984; 24: 742-746.

**31-GUSTILO RB; MERKOW RL ; TEMPLEMAN D**

The management of open fractures.

J. Bone. Joint. Surgery. ; 1990 ; 72A : 299-303

**32-Fractures de jambes :**

Traité de traumatologie, fractures et luxations des membres,  
tome II membre inférieur page 373-423, Pr Mustapha Mahfoud

**33- Kempf Y, Grosse A, Lafforge D.**

L'apport du verrouillage dans l'enclouage centromédullaire des os longs.  
RevChirOrthop 1978; 64; 635-51.

**34- KEMPF IVAN**

Techniques de l'enclouage centromédullaire  
EMC ; 1996 ; [44-016].

**35- Hahn D, Bradbury N, Hartely R, Radford PJ.**

Intramedullary nail breakage in distal fractures of the tibia.  
Injury 1996; 27: 323—7.

**36- Nork SE, Schwartz AK, Agel J, Holt SK, Schrik JL, Winkquist RA.**

Intramedullary nailing of distal metaphysealtibial fractures.  
J Bone Joint Surg (Am) 2005;87:1213—21

**37- KEMPF I; GROSSE A; LAFFORGUE P.**

L'apport du verrouillage dans l'enclouage centromédullaire des os longs.  
Rev. Chir. Orthop ; 1978 ; 64 : 631-635.

**38- IM GI ; TAE SK .**

Distal metaphyseal fractures of tibia :a prospective randomized trial of closed reduction and intramedullary nail versus open reduction and plate and screws fixation.  
J. Trauma 2005 Nov; 59 (5): 1219-23.

**39- OH CW ; IKYUNG HS ; PARK IH**

Distal tibia metaphyseal fractures treated by percutaneous plate osteosynthesis.  
Clin.Orthop.Relat.Res ; 2003 ; 408 : 286-91.

**40- RIKLI D ; BABST R ; HASEN BOEHLER.E**

Locking compression platewith minimally invasive plate osteosynthesis in diaphyseal and distal tibialfractures : a retrospective study of 32 patients.  
Injury 2007 Mar 38 (3) : 365-70.

**41- LAU TW ; LEUNG F ; CHAN CF**

Wound complications of minimally invasive plate osteosynthesis in distal tibia fractures.  
Int. Orthop. ; 2008 oct ; 32 (5) : 697-703.

**42- KASPER W.JANSSEN ; JAN BIERT ; ALBERT VAN KAMPEN**

Treatment of distal fractures: plate versus nail.

International Orthopedics (SICOT) 2007; 31: 709-714.

**43-CHIN KR ; MIRANDA MA ; SANTORO VM**

Salvage of distal tibia metaphyseal nonunions with the 90 degree cannulated blade cannulated blade plate.

Clin. Orth. Relat. Res; 2003 (409): 201-9.

**44- M. Ehlinger, P. Adam, F.**

Bonnomet Minimally invasive locking screw plate fixation of non-articular proximal and distal tibia fractures

Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique (2010) 96, 858— 867 .

**45- DELACAFFINIÈRE J.Y ; BEZIMRA R ; CHANZY N**

Traitement des fractures métaphysaires distales du tibia par ostéosynthèse flexible centromédullaire verrouillée.

Revue de chirurgie orthopédique ; 1999 ; 11 (7) : 477-483.

**46- Wagner H.**

Operative beinverlangerung.

Der Chirurg. 1971. 42, 260-266.

**47 - Wagner H.**

Technik und indication der operativen verkurzang und verlangerung ober und unterschenkel.

Der Orthopadie, 1972, I, 59-74.

**48- Wagner H.**

Operative Lengthening in the femur.

Clin.Orthop , 1978, 136, 125.

**49- Wagner H.**

Operative Lengthening in the femur.

Clin. Orthop. , 1978, 136, 125.

**50- Judet R. et coll.**

Les allongements des membres par le distracteur. Premiers résultats.

Actualités de chirurgie Orthopédiql/e de l'Hôpital Raylllold-Poillcaré, 12, pp. 93-122.

Paris, Masson, 1975.

**51- De Bastiani G., Aldegheri R., RenziBrivio L.**

The treatment of fractures with a dynamic axial fixator.

J. Bone Joint Surg., 1984, 66B, 538-545.

**52- De Bastiani G., Aldegheri R., RenziBrivio L.**

Dynamic axial fixation Int.

Orthopaedics (SICOT), 1986, 1a, 95-99. 113

**53-Behrens F., Johnson W.**

Unilatéral external fixation; Methods to increase and reduce frame stiffness.

Clin.Orthop. 1989,241,48-56.

**54- VIDAL, J. RABISCHONG, P. BONNEL, F. ADREY, J.**

Etude biomécanique du fixateur de Hoffman dans les fractures de jambe.

**55- Adrey J.**

Le fixateur externe d'Hoffmann couplé en cadre. Étude biomécanique dans les fractures de la jambe.

Thèse médecine, Montpellier, 1970.

**56-Anderson W.V.**

Leg lengthening.

J. Bone Joint Surg., 1952,34B, 150.

**57- Bonnel F., Rabischong P., Adrey J., Perruchon E.**

Etude biomécanique du fixateur externe en cadre. Insuffisances, améliorations et codifications.

Montpellier Chir. , 1971 , 17, 529-535.

**58- Bonnel F., Ivanchich J., Barthelemy M.**

Le fixateur externe d' Hoffmann dans les fractures ouvertes de la jambe.

Montpellier Chir., 1974, 20,435-444.

**59- Bonnel F.**

Augmentation de la stabilité du fixateur externe d'Hoffmann par fiches à filetage médian.

Nouv. Presse Méd., 1974, 19,22-49.

**60- Bonnel F., Rabischong P., Micaleff J.P.**

Fixateur externe à triangulation. Justification biomécanique et indications.

Nouv. Presse Méd., 1979,8, 2973-2974.

**61- Bonnel F., Temoingt P., Micaleff J.P.**

Etude biomécanique comparative des fixateurs externes (tibia et fémur).

Rev. Chir. Orthop., 1983, 69, 367-370.

**62- Bonnel F., Micaleff J.P. Biomécanique des fixateurs externes.**

12<sup>e</sup> journées de chirurgie orthopédique et traumatologique militaire.

H.IA Sainte Anne, Toulon, 9-10 mars 1989.

**63- Charnley J.**

Positive pressure in arthrodesis of the knee joint.

J. Bone Joint Surg. , 1948, 30B, 478.

**64- Rabischong P., Bonnel F., Adrey J., Perruchon E.**

Etude biomécanique des différents moyens d'ostéosynthèse dans les fractures de la jambe. Clou, plaque, fixateur externe d'Hoffmann.

Mollipellier Chirurgical. 1971, 17. 515-527.

**65- Vidal J., Rabischong P., Bonnel F., Adrey J.**

Etude biomécanique du fixateur externe d'Hoffmann dans les fractures de la jambe.

MollipellierChir., 1970, 16, 52-53.

**66- Vidal J.**

Externaltixation.

Clin. Orthop., 1983, 180, 7-14.

**67- Ilizarov G.A., Deviatov A.A.**

Allongement chirurgical de jambe avec correction d'axe dans le même temps.

Or/hop. Traullla. Prote .1969.30, 32-37.

Chirurgie, 1970, 16 :43-52.

**68- Ilizarov G.A., Soilbelman L.M.**

Clinical and experimental dates on bloodless lengthening of lower extremities.

EkspKhir. Allest., 1969, 14, 27-32.

**69- Ilizarov G.A. , Lediaev V.I.**

The replacement of long tubular bone defects by lengthening distraction osteotomy of one of the fragments.

ClinOrthop. 1992.280, 7-10.

**70- Monticelli G. .. Spinelli R.**

Limb Lengthening by epiphyseal distraction.

Int.Orthopaedics (SICOT). 1981.5. 85-90. Arch. Orthop. Traumatol./w. sl/rg., 1981. 99. 117-130.

**71- Wasserstein L, Correll J.**

Didistraktionskompressions.

Methode zur verlängerung verkürzter extremitäten mit homologen zylindrischen knochen transplantaten.

Orrhopadie Technik, 1984.

**72- Merloz Ph., Maurel N., Marchard D., Lavaste F., Barnole J., Faure c., Butel J.**

Rigidité tridimensionnelle de l'appareil d'Illizarov (original et modifié) implanté au fémur. Etude expérimentale et déductions cliniques.

Rel'. Chir. Orthop. 1991, 77, 65-76.

**73- Merloz Ph., Petit Ph., Maurel N., Lavaste F.**

Biomécanique des fixateurs externes en général et de l'appareil d'Illizarov en particulier.

pp. 92-94. Pathologie Locomotrice, Paris. Masson, 1994

**74- Volkov M.V.**

Théorie et pratique de la méthode de traitement par compression distraction en traumatologie et orthopédie.

Orthop. Traumatol. Protez, 1971, 3, 34-43.

**75- Lortat-Jacob A., Lelong P., Benoit J., Ramadier J.O.**

Stabilité expérimentale du fixateur externe de Hoffmann. Présentation d'un nouveau matériel.

Rel'. Chir. Or/hop., 1982. 68. 83-90.

**76- Glorion B., Reignier B., Caton J., Merloz Ph., Damsin J.P., Prevot J., Briot B., Delacastiniere J.Y., Terver S., Pascarel X., Henry P.**

Forum sur la méthode d'Illizarov. Premiers résultats d'une expérience française présentée par Pr ASAM IF.

Rel'. Chir. Orthop. 1987. 73, Suppl. II, 29-57.

**77- VIDAL, J., RABISCHONG, P., BONNEL, F., ADREY, J.**

Etude biomécanique du fixateur de Hoffman dans les fractures de jambe.

Chirurgie, 1970, 16 : 43-52.

**78- MERTL, P.**

Fixation externe des fractures épiphysaires et métaphysaires des os longs du membre inférieur: External fixation for lower limb long bones metaphyseal and epiphyseal fractures.

Conférences d'enseignement 2009, 2009, Pages 20-38

**79- MSEDDE M.B.E ; BENHAMIDA.R ; BENAYECH.M**

Fixation des fractures supramalleolaires par fixateur selon Ilizarov.

Revue de chirurgie orthopédique ; 2005 ; 91: 58-63.

**80- B.Jolles-hueberli ;M.Cullough ;R.tubiana .**

Les voies d'abord du membre inférieur.

Masquelet p96-110-424(2005)

**81- Youcef Asloun.**

L'osteosynthèse de la fibula dans les fractures tibio-taliennes, plaque versus clou.

Thèse, université des limoges p29-118(2012).

**82- P.Bonnevialle,J.M.lafosse,L.Pdhorz .and al.**

Revue de chirurgie orthopédique et traumatologie (2010)96,732-738.

**83- A.Rouhani,A.Elmi,H.AkbariAghdam ,F.Panahi.**

The role of fibular fixation in the treatment of tibia diaphysis distal third fractures

Orthopaedics and traumatology :Surgery and Research(2012)98,868-872

**84- M. Prasad, S.Yadav, A. Sud.**

Assessment of the role of the fixation in distal third tibia-fibula fractures and its significance in decreasing malrotation and malalignment.

Injury.int.J.care injured 44 (2013)1885-1891.

**85 - M.Berlusconi, L.Busnelli,F.chiodini,N.Portinaro.**

To fix or not fix? the role of fibular fixation in distal shaft fractures of the leg .

Injury.int.J.care injured 45 (2014)408-411

**86- A.Egol, Russell Weisz, Rudi hieberd.**

Does fibular plating improve alignment after intramedullary nailing of distal metaphyseal tibia fractures

Journal traumatology.volume 20,Number2,February 2016

**87- Nork SE, Schwartz AK, Agel J, Holt SK, Schrik JL, Winquist RA.**

Intramedullary nailing of distal metaphysealtibial fractures.

J Bone Joint Surg 2005;87:1213-21.

**88- Megas P, Zouboulis P, Papadopoulos AX, Karageorgos A, Lambiris E.**

Distal tibial fractures and non-unions treated with shortened intramedullary nail.

IntOrthop 2003;27:348-51.

**89- Mosheiff R, Safran O, Segal D, Liebergall M.**

The unreamedtibial nail in the treatment of distal metaphyseal fractures.

Injury 1999;30:83-90.

**90- Teitz CC, Carter DR, Frankel VH.**

Problems associated with tibial fractures with intact fibulae.

J Bone Joint Surg (Am) 1980;62:770-6.

**91- DeLee JC, Heckman JD, Lewis AG.**

Partial fibulectomy for united fractures of the tibia.

J Bone Joint Surg (Am) 1981;63:1390-5.

**92- Rankin EA, Metz CW.**

Management of delayed union in early weight-bearing treatment of fractured tibia.

J Trauma 1970;10:751-9.

**93- Strauss EJ, Alfonso D, Kummer FJ, Egol KA, Tejwani NC.**

The effect of concurrent fibular fracture on the fixation of distal tibia fractures: a laboratory comparison of intramedullary nails with locked plates.

J Orthop Trauma 2007;21:172-7.

**94- Morrison KM, Ebraheim NA, Southworth SR, Sabin JJ, Jackson WT.**

Plating of the fibula. Its potential value as an adjunct to external fixation of the tibia.

Clin Orthop 1991;266:209-13.

**95- Weber TG, Harrington RM, Henley MB, Tencer AF.**

The role of fibular fixation in combined fractures of the tibia and fibula: a biomechanical investigation.

J Orthop Trauma 1997;11:206-11.

**96- Egol KA, Weisz R, Hiebert R, Tejwani NC, Koval KJ, Sanders RW.**

Does fibular plating improve alignment after intra-medullary nailing of distal metaphyseal tibia fracture?

J Orthop Trauma 2006;20:94-03.

**97- Kumar A, C Sharlebois SJ, Cain EL, Smith RA, Daniels AU, Crates JM**

Effect of fibular plate fixation on rotational stability of simulated distal tibial fractures treated with intramedullary nailing.

J Bone Joint Surg (Am) 2003;85:604-8.

**98-Kellam J .**

Commentary and perspective on « Effect of fibular plate fixation on rotational stability of stimulated distal tibial fractures treated with intramedullary nailing.

BJS 2003;53:234-9.