



كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2019

Thèse N° 002

# Traitement chirurgical des fractures des plateaux tibiaux par la technique «d'Echafaudage» (Etude prospective)

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 08/01/2019

PAR

Mlle. **Samira TADSAOUI**

Née Le 17 Octobre 1991 à Ouled Teima

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

**Médecin Interne au CHU Mohammed VI**

**MOTS-CLÉS**

Fracture du plateau tibial - Fracture tassement - Technique « d'Echafaudage »

**JURY**

M.	<b>H. SAIDI</b> Professeur de Traumatologie-Orthopédie	PRESIDENT
M.	<b>I. ABKARI</b> Professeur de Traumatologie-Orthopédie	RAPPORTEUR
M.	<b>E. AGHOUTANE</b> Professeur de chirurgie pédiatrique	} JUGES
M.	<b>M. A. BENHIMA</b> Professeur agrégé de Traumatologie-Orthopédie	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَلَا تَقُولَنَّ لِشَيْءٍ إِنِّي فَاعِلٌ ذَٰلِكَ غَدًا ۝

إِلَّا أَن يَشَاءَ اللَّهُ ۚ

وَأذْكُرْ رَبَّكَ إِذَا نَسِيتَ

وَقُلْ عَسَىٰ أَن يَهْدِيَنِي رَبِّي لِأَقْرَبَ مِنْ هَٰذَا رَشَدًا



# *Serment d'hippocrate*

*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.*

*Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*

*Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*

*Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*

*Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*

*Les médecins seront mes frères.*

*Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*

*Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.*

*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*

*Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

**Déclaration Genève, 1948**





---

***LISTE DES PROFESSEURS***

---



**UNIVERSITE CADI AYYAD**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE**  
**MARRAKECH**

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUY YAZIDI

**ADMINISTRATION**

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**Professeurs de l'enseignement supérieur**

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato-orthopédie B	FINECH Benasser	Chirurgie - générale
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie-réanimation	FOURAJI Karima	Chirurgie pédiatrique B
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie-obstétrique	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
ADERDOUR Lahcen	Oto- rhino- laryngologie	HOCAR Ouafa	Dermatologie
ADMOU Brahim	Immunologie	JALAL Hicham	Radiologie
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique A	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie-réanimation
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	KHATOURI Ali	Cardiologie
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie-obstétrique A	KHOUCANI Mouna	Radiothérapie
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KISSANI Najib	Neurologie
AKHDARI Nadia	Dermatologie	KOULALI IDRISSE Khalid	Traumato-orthopédie
AMAL Said	Dermatologie	KRATI Khadija	Gastro- entérologie
AMINE Mohamed	Epidémiologie-clinique	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
AMMAR Haddou	Oto-rhino- laryngologie	LAKMICH I Mohamed Amine	Urologie
AMRO Lamyae	Pneumo- phtisiologie	LAOUAD Inass	Néphrologie

ARSALANE Lamiae	Microbiologie – Virologie	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
ASMOUKI Hamid	Gynécologie– obstétrique B	MADHAR Si Mohamed	Traumato– orthopédie A
ASRI Fatima	Psychiatrie	MAHMAL Lahoucine	Hématologie – clinique
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BENELKHAIAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie – générale	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BOUAITY Brahim	Oto–rhino– laryngologie	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUGHALEM Mohamed	Anesthésie – réanimation	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie – chimie	NAJEB Youssef	Traumato– orthopédie
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio– Vasculaire	NARJISS Youssef	Anesthésie– réanimation
BOURROUS Monir	Pédiatrie A	NEJMI Hicham	Rhumatologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie A	NIAMANE Radouane	Oto rhino laryngologie
CHAFIK Rachid	Traumato– orthopédie A	NOURI Hassan	Radiologie
CHAKOUR Mohamed	Hématologie	OUALI IDRISSE Mariem	Chirurgie pédiatrique
CHELLAK Saliha	Biochimie– chimie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie générale
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	RABBANI Khalid	Oto–rhino– laryngologie
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RAJI Abdelaziz	Traumato– orthopédie
DAHAMI Zakaria	Urologie	SAIDI Halim	Anesthésie– réanimation
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie– réanimation	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Gastro– entérologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	SAMLANI Zouhour	Urologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SARF Ismail	Pédiatrie B

EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	SBIHI Mohamed	Microbiologie – virologie
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SORAA Nabila	Gynécologie–obstétrique A/B
EL HAOURY Hanane	Traumato–orthopédie A	SOUMMANI Abderraouf	Maladies infectieuses
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	TASSI Noura	Anesthésie–réanimation
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie B	YOUNOUS Said	Médecine interne
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZAHLANE Mouna	Microbiologie
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	ZOUHAIR Said	Chirurgie générale
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne		

### Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FADILI Wafaa	Néphrologie
ADALI Imane	Psychiatrie	FAKHIR Bouchra	Gynécologie–obstétrique A
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	FAKHRI Anass	Histologie–embryologie cytogénétique
AISSAOUI Younes	Anesthésie – réanimation	GHOUNDALE Omar	Urologie
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
AIT BATAHAR Salma	Pneumo–phtisiologie	HAROU Karam	Gynécologie–obstétrique B
ALAOUI Mustapha	Chirurgie–vasculaire périphérique	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie – Embryologie – Cytogénétique
ALJ Soumaya	Radiologie	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique B
ATMANE El Mehdi	Radiologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BASRAOUI Dounia	Radiologie	LOUHAB Nisrine	Neurologie

BASSIR Ahlam	Gynécologie– obstétrique A	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BELKHOU Ahlam	Rhumatologie	MEJDANE Abdelhadi	Chirurgie Générale
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie – réanimation
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie – orthopédie B	MOUFID Kamal	Urologie
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo– phtisiologie	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BENLAI Abdeslam	Psychiatrie	OUBAHA Sofia	Physiologie
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	QACIF Hassan	Médecine interne
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo– phtisiologie	QAMOUISS Youssef	Anesthésie– réanimation
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie– obstétrique B	RADA Noureddine	Pédiatrie A
BOURRAHOUEAT Aicha	Pédiatrie B	RAFIK Redda	Neurologie
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
CHRAA Mohamed	Physiologie	RBAIBI Aziz	Cardiologie
DAROUASSI Youssef	Oto–Rhino – Laryngologie	ROCHDI Youssef	Oto–rhino– laryngologie
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	SAJIAI Hafsa	Pneumo– phtisiologie
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	SEDDIKI Rachid	Anesthésie – Réanimation
EL BARNI Rachid	Chirurgie– générale	TAZI Mohamed Illias	Hématologie– clinique
EL HAOUATI Rachid	Chiru Cardio vasculaire	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie – virologie
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale	ZIADI Amra	Anesthésie – réanimation
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ZYANI Mohammed	Médecine interne
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie		

## Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	JALLAL Hamid	Cardiologie
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	JANAH Hicham	Pneumo- phtisiologie
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	KADDOURI Said	Médecine interne
AKKA Rachid	Gastro - entérologie	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
ALAOUI Hassan	Anesthésie - Réanimation	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
AMINE Abdellah	Cardiologie	LALYA Issam	Radiothérapie
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	MAHFOUD Tarik	Oncologie médicale
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	MILOUDI Mohcine	Microbiologie - Virologie
BABA Hicham	Chirurgie générale	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie
BELARBI Marouane	Néphrologie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BELBACHIR Anass	Anatomie- pathologique	MOUNACH Aziza	Rhumatologie
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	MOUZARI Yassine	Ophtalmologie
BELGHMAIDI Sarah	Ophtalmologie	NADER Youssef	Traumatologie - orthopédie
BELHADJ Ayoub	Anesthésie - Réanimation	NADOUR Karim	Oto-Rhino - Laryngologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie (Neonatalogie)	NAOUI Hafida	Parasitologie Mycologie
BOUCHENTOUF Sidi Mohammed	Chirurgie générale	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
BOUKHRIS Jalal	Traumatologie - orthopédie	NYA Fouad	Chirurgie Cardio - Vasculaire

BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	OUEIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	REBAHI Houssam	Anesthésie – Réanimation
EL HARRECH Youness	Urologie	RHARRASSI Isam	Anatomie– patologique
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie	SAOUAB Rachida	Radiologie
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
ELQATNI Mohamed	Médecine interne	SERGHINI Issam	Anesthésie – Réanimation
ESSADI Ismail	Oncologie Médicale	TAMZAOURTE Mouna	Gastro – entérologie
FDIL Naima	Chimie de Coordination Bio– organique	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique	YASSIR Zakaria	Pneumo– phtisiologie
GHAZI Mirieme	Rhumatologie	ZARROUKI Youssef	Anesthésie – Réanimation
GHOZLANI Imad	Rhumatologie	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie Thoracique
HAMMI Salah Eddine	Médecine interne	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio– Vasculaire
Hammoune Nabil	Radiologie		



---

# *DÉDICACES*

---





*Je me dois d'avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont soutenue durant mon parcours, qui ont su me hisser vers le haut pour atteindre mon objectif. C'est avec amour, respect et gratitude que*

*Je dédie cette thèse ...* 

*Je dédie cette Thèse*

*Au bon Dieu*

*Tout puissant*

*Qui m'a inspiré*

*Qui m'a guidé dans le bon chemin*

*Je vous dois ce que je suis devenue*

*Louanges et remerciements*

*Pour votre clémence et miséricorde*

*Au Prophète Mohamed (P.S.L.)*

*Notre guide et notre exemple bien-aimé.*

*Qu'il nous oriente dans le droit chemin.*

*A mes très chers parents*

*A qui je dois tout, et pour qui aucune dédicace ne saurait exprimer mon profond amour, ma gratitude, ni mon infinie reconnaissance pour l'ampleur des sacrifices et des souffrances que vous avez enduré pour pouvoir m'éduquer, pour mon bien être, vous n'avez jamais cessé de lutter.*

*Vos prières ont été pour moi un grand soutien moral tout au long de mes études.*

*Ce modeste travail, qui est avant tout le vôtre, n'est que la consécration de vos grands efforts et vos immenses sacrifices. Sans vous je ne saurais arriver où je suis. J'espère rester toujours digne de votre estime.*

*Puisse Dieu tout puissant vous préserver du mal, vous combler de santé, de bonheur et vous accorder une longue et heureuse vie afin que je puisse vous rendre un minimum de ce que je vous dois.*

*À ma chère petite sœur MARYAMA que j'aime tant*

*Plus qu'une sœur, tu es une amie.*

*Mon affection et ma tendresse envers toi ne peuvent être exprimées ni traduites par ces quelques mots imparfaits. Que Dieu te garde et te procure la santé et longue vie.*

*A mon très cher frère YOUSSEF et sœur BOUCHRA*

*Vous savez que l'affection et l'amour fraternel que je vous porte sont sans limite. Je vous dédie ce travail en témoignage de l'amour et des liens de sang qui nous unissent.*

*Puissions-nous rester unis dans la tendresse et fidèles à l'éducation que nous avons reçue. J'implore dieu qu'il vous apporte bonheur et vous aide à réaliser tous vos vœux.*

*A toute La famille*

*Je vous dédie tous ce travail pour votre soutien, amour et encouragements.*

*Vous trouvez dans ce travail, l'expression de mon amour en vous souhaitant beaucoup de bonheur.*

*A tous mes enseignants de primaire, secondaire, et de la faculté de médecine de Marrakech*

*A tous les ami(e)s, confrères et consoeurs de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech*

*A tous les malades...*

*Je leur souhaite prompt rétablissement*



---

*REMERCIEMENTS*

---



*A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE*

*MONSIEUR LE PROFESSEUR H.SAIDI*

*C'est un honneur inestimable et un réel plaisir que vous me faites en acceptant de présider ce jury malgré vos multiples occupations.*

*Vos qualités académiques et professionnelles font de vous un homme remarquable, votre amabilité, votre modestie et votre ferme volonté de nous transmettre votre immense savoir font de vous un professeur émérite.*

*Trouvez ici cher maître l'expression de mes profonds remerciements.*

*NOTRE MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE*

*MONSIEUR LE PROFESSEUR I.ABKARI*

*C'est avec un grand plaisir que je me suis adressé à vous dans le but de bénéficier de votre encadrement, travailler avec vous a été très agréable pendant cette période. J'ai trouvé auprès de vous le maître, le conseiller et le guide qui m'a reçu en toute circonstance avec sympathie et bienveillance.*

*Vous êtes un homme de science rigoureux et pointilleux respecté de tous, et une fierté pour notre faculté. Je suis très fière d'avoir appris auprès de vous et j'espère avoir été à la hauteur de votre attente. Je vous témoigne à travers ces quelques lignes mon admiration pour votre modestie, votre sérieux et votre compétence, qui sont des exemples à suivre.*

*Veillez trouver ici, Professeur, l'expression de ma profonde gratitude.*

*NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE*

*MONSIEUR LE PROFESSEUR M.A BENHIMA*

*Merci d'avoir accepté de juger mon travail. Votre compétence, votre rigueur et vos qualités humaines exemplaires ont toujours suscité notre admiration.*

*Veillez croire à l'expression de notre grande admiration et notre profond respect.*

*NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE*

*MONSIEUR LE PROFESSEUR E.AGHOUTANE*

*Nous vous remercions vivement de l'honneur que vous nous faites en siégeant dans ce jury.*

*Veillez croire, cher Maître, à l'assurance de notre respect et de notre grande reconnaissance.*

*NOTRE MAÎTRE MONSIEUR LE PROFESSEUR B.SADKI*

*Et Mme ILHAM*

*Merci pour toute l'aide que vous m'avez donné tout au long de notre travail. Vous avez largement contribué à la conception ainsi qu'à la réalisation de ce travail. Nous vous sommes reconnaissants de votre disponibilité et votre aide apportée tout au long de ce travail. Que ce travail soit le témoignage de notre haute considération.*

*Nous vous remercions chers maîtres de votre enseignement. Nous sommes fiers d'être votre élève et nous espérons que ce travail sera digne de l'intérêt que vous lui porterez.*

*A toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*A tous les patients qui ont participé dans cette étude :  
Je vous remercie pour votre collaboration et votre patience. Je vous  
souhaite santé, bonheur et beaucoup succès.*



---

# *ABBREVIATIONS*

---



## Liste des abréviations

<b>ECM</b>	: enclouage centromédullaire.
<b>DHS</b>	: Dynamic hip screw.
<b>AVP</b>	: Accident de la voie publique.
<b>AS</b>	: Accident de sport.
<b>TDM</b>	: Tomodensitométrie.
<b>IRM</b>	: Imagerie par Résonance Magnétique.
<b>TP</b>	: Taux de prothrombine.
<b>TCK</b>	: Temps de céphaline kaolin.
<b>ECG</b>	: Électrocardiogramme.
<b>RA</b>	: rachianesthésie.
<b>AG</b>	: anesthésie générale.
<b>BMP</b>	: Protéine morphogénique osseuse.
<b>HAP</b>	: Hydroxyapatite.
<b>PTC</b>	: Phosphate tricalcique.
<b>DCPD</b>	: Phosphate de calcium déshydraté.
<b>CPC</b>	: Céramique de phosphate de calcium.
<b>LCA</b>	: Ligament croisé antérieur.
<b>LCP</b>	: Ligament croisé postérieur.
<b>LLE</b>	: ligament latéral externe.
<b>LLI</b>	: ligament latéral interne.
<b>DBM</b>	: Matrice osseuse déminéralisée.
<b>CS</b>	: Cortico-spongieuse.
<b>GCS</b>	: Greffe cortico-spongieuse.



---

# *PLAN*

---



<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>PATIENTS ET MÉTHODES</b> .....	<b>3</b>
I. Type de l'étude.....	4
II. Objectif d'étude.....	4
III. CRITÈRES D'INCLUSION.....	4
IV. CRITÈRES D'EXCLUSION.....	4
V. MÉTHODOLOGIE.....	5
VI. Considérations éthiques.....	5
<b>RÉSULTATS</b> .....	<b>6</b>
I. Étude épidémiologique.....	7
1. Âge.....	7
2. SEXE.....	7
3. Les antécédents.....	8
4. le côté atteint.....	8
5. CIRCONSTANCES ÉTIOLOGIQUES.....	8
II. Etude du mécanisme.....	9
III. Etude radio-clinique.....	10
1. Etude clinique.....	10
2. Étude radiologique.....	10
IV. lésions associées.....	14
1. Lésions cutanées.....	14
2. les lésions osseuses.....	14
3. les lésions ménisco-ligamentaires.....	14
4. les lésions vasculo-nerveuses.....	14
V. Traitement chirurgical : description de la technique d' « Échafaudage ».....	15
1. préparation du patient.....	15
2. Installation du patient.....	15
3. Type d'anesthésie.....	16
4. Voies d'abord.....	16
5. Détails de l'ostéosynthèse.....	17
6. Suites postopératoires.....	18
7. rééducation.....	19
VI. Les complications.....	19
1. Complications précoces.....	19
2. Complications secondaires.....	19
3. Complications tardives.....	19
VII. Résultats et évolution.....	20
1. Recul.....	20
2. Résultats globaux.....	20
3. Résultats en fonction du type anatomique.....	21

<b>DISCUSSION</b>	<b>27</b>
I. RAPPEL ANATOMIQUE	28
1. Morphologie et architecture de l'extrémité supérieure du tibia	28
2. Vascularisation	30
3. LES RAPPORTS	31
II. BIOMÉCANIQUE DU GENOU	32
1. Mobilité et stabilité du genou	32
2. Cinématique du genou	34
III. Étude épidémiologique	35
1. Âge	35
2. Sexe	35
3. Côté atteint	35
IV. Etiopathogenie	36
1. Etiologie	36
2. Mécanisme	36
V. Étude radio clinique	37
1. Étude clinique	37
2. Bilan radiologique	37
VI. Lésions associées	41
1. Lésions cutanées	41
2. Lésions osseuses	41
3. Lésions vasculaires	42
4. Lésions nerveuses	42
5. lésions méniscales	43
6. lésions ligamentaires	44
VII. Traitement	44
1. But du traitement	44
2. Principes généraux du traitement	45
3. la greffe osseuse	45
VIII. Banque d'os	60
IX. Résultats et évolution	61
1. Résultats globaux	61
2. Résultats selon le type anatomique	64
<b>CONCLUSION</b>	<b>65</b>
<b>ANNEXE</b>	<b>67</b>
<b>RÉSUMÉS</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>77</b>



---

***INTRODUCTION***

---



Les fractures tassements des plateaux tibiaux sont des fractures articulaires qui se définissent comme étant une solution de continuité du bloc épiphyso-métaphysaire de l'extrémité supérieure du tibia avec effondrement de la surface cartilagineuse.


Elles constituent une urgence thérapeutique en raison de leur caractère intra-articulaire et doivent bénéficier d'une prise en charge adéquate par une réduction anatomique (par arthrotomie sous méniscale ou sous contrôle arthroscopique), une ostéosynthèse stable et une rééducation précoce dans le but d'éviter de nombreuses complications dont la plus redoutable à long terme étant l'arthrose.

Le comblement du vide sous-chondral créé après réduction des surfaces articulaires ; fait appel à plusieurs techniques dont le " gold standard "est l'autogreffe prélevée de la crête iliaque.

D'autres alternatives ont été développées et utilisées comme l'utilisation des substituts à la greffe osseuse (céramique de phosphate de calcium, granulés d'hydroxyapatite...), en plus de l'utilisation de plus en plus des allogreffes avec l'avènement des banques d'os.

Au cours des 2 dernières années, une nouvelle technique dite « Échafaudage » mise au point et essayée au service ; elle consiste à la mise de 2 vis sous chondrales soutenant la surface articulaire relevée. Les mêmes vis sont à leur tour soutenues par une plaque de l'extrémité supérieure de tibia. Cette nouvelle technique a permis de surmonter les complications découlant de l'utilisation de la greffe osseuse.


Le but de ce travail prospectif est de décrire une nouvelle technique pouvant dispenser de la greffe osseuse en matière de fractures enfoncement des plateaux tibiaux en étudiant l'évolution d'une série de 15 cas, Colligés au service de traumatologie orthopédie B du CHU Mohamed VI de Marrakech durant la période juin 2016 – juin 2018.



---

*PATIENTS ET MÉTHODES*

---



## **I. Type de l'étude**

Il s'agit d'une étude prospective de 15 cas de fractures enfoncement des plateaux tibiaux colligés au service de traumatologie orthopédie B au CHU Mohammed VI de Marrakech, sur une période de 2 ans, allant de juin 2016 à juin 2018.

## **II. Objectif d'étude**

Le but de ce travail prospectif est de décrire une nouvelle technique « Echafaudage » pouvant dispenser de la greffe osseuse en matière des fractures enfoncement des plateaux tibiaux en étudiant l'évolution clinique et surtout radiologique d'une série de 15 cas de fractures enfoncement des plateaux tibiaux traitées par cette technique.

## **III. CRITÈRES D'INCLUSION :**

- Age supérieur ou égal à 16 ans ;
- Les fractures enfoncement du plateau tibial ;
- Les fractures du plateau tibial traitées chirurgicalement par la technique d' « Échafaudage », et qui ont un suivi régulier ;
- Dossier complet.

## **IV. CRITÈRES D'EXCLUSION**

- Âge inférieur à 16 ans
- Les fractures du plateau tibial traitées par des méthodes thérapeutiques autres que la technique d'Échafaudage.
- Dossier incomplet, inexploitable

- Les fractures décollement épiphysaires , les fractures apophysaires de la tubérosité antérieure du tibia, et les fractures pathologiques.
- Patient non consentant à participer à l'étude.

Le nombre de patients répondant à ces critères était de 15.

## **V. MÉTHODOLOGIE**

Les données épidémiologiques, cliniques, para cliniques et thérapeutiques recueillies à partir des dossiers médicaux ont été répertoriées dans une fiche d'exploitation (Voir annexe I).

Les résultats à long terme ont été recueillis à partir des dossiers médicaux et aussi par la convocation des malades.

L'étude anatomopathologique de ces fractures a été effectuée sur une analyse radiologique, et les fractures ont été alors classées selon la classification de Schatzker.

Pour l'évaluation des résultats nous avons adopté les critères Merle d'Aubigné et Mazas [2] (voir annexe II).

## **VI. Considérations éthiques :**

Les patients recrutés ont été informés du but de l'étude. Seuls les patients adhérents après consentement libre et éclairé ont été recrutés.

Le recueil des données a été effectué avec respect de l'anonymat des patients et de la confidentialité de leurs informations.



---

# *RÉSULTATS*

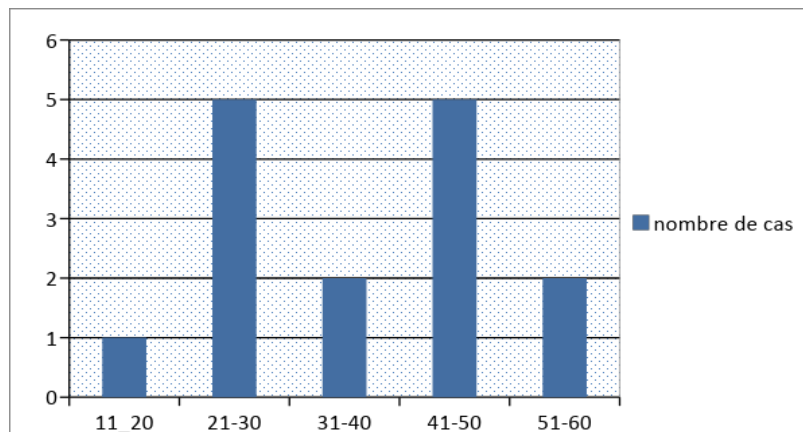
---



## I. Étude épidémiologique :

### 1. Âge :

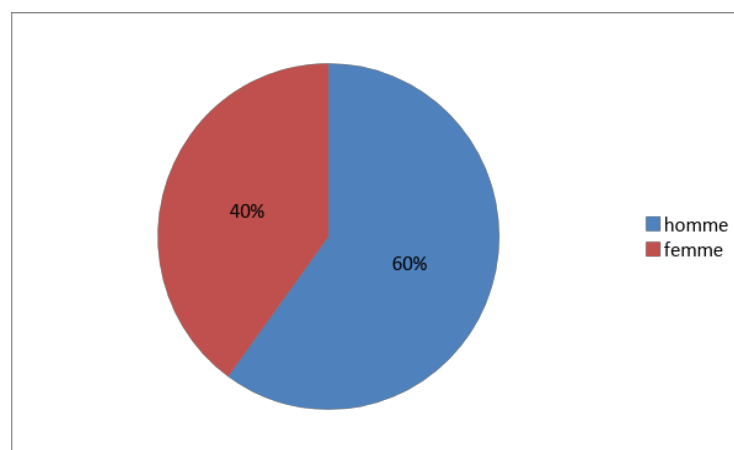
L'âge de nos patients variait entre 16 et 53 ans, avec une moyenne d'âge de 37 ans, comme représenté dans la figure n° 1.



**Figure1 :** Répartition des patients en fonction de l'âge.

### 2. SEXE :

Notre série est constituée de 15 patients, dont 9 hommes soit (60%), et 6 femmes soit (40%). Nous retenons une prédominance masculine avec un Sexe ratio de 1,5.



**Figure 2 :** Répartition des patients en fonction du sexe

### 3. Les antécédents :

Nous avons relevé des antécédents notables chez 4 patients (26,66% des cas) avec :

**Tableau I : La répartition des antécédents dans notre série**

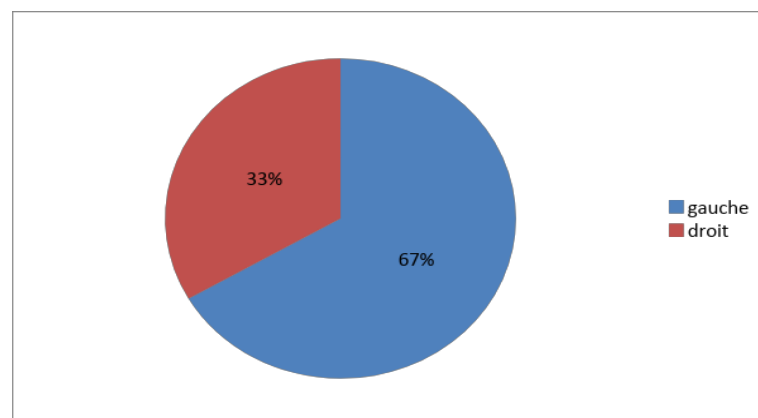
Antécédents	Nombre de cas	Pourcentage
Diabète +opéré fracture avant-bras depuis 3 ans	1	6,66%
Fracture de mandibule +fracture de fémur traitée par ECM depuis 2 ans	1	6,66%
Fracture per-trochantérienne traitée par DHS depuis 2 ans	1	6,66%
Raideur du genou (cal vicieux)	1	6,66%

### 4. Le côté atteint :

Dans notre série, l'atteinte du côté gauche était prédominante.

–Côté gauche : 10 patients (67%).

–Côté droit : 5 patients (33%)



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

## 5. CIRCONSTANCES ÉTIOLOGIQUES

### 5.1. Les accidents de la voie publique:

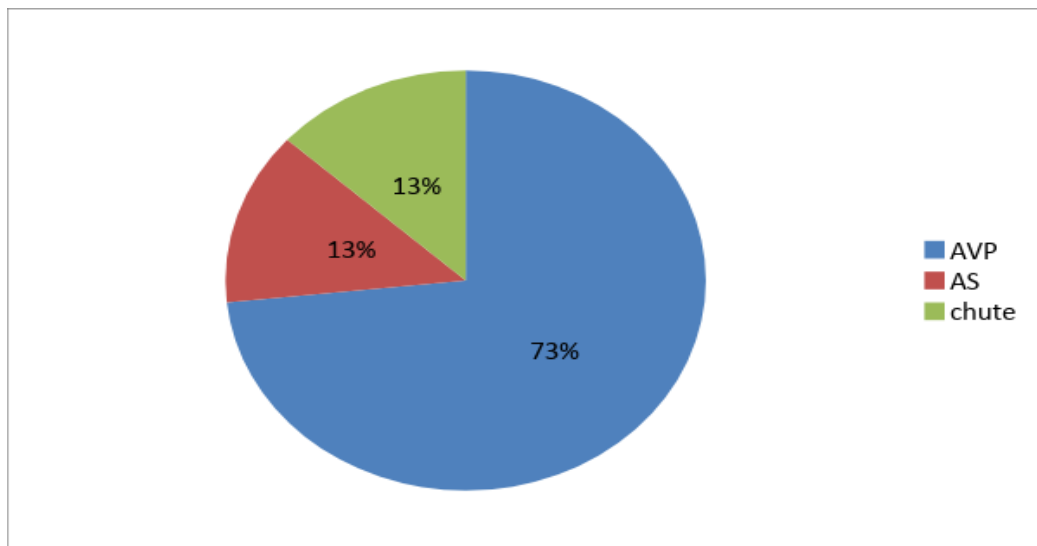
Les accidents de la voie publique constituent la première étiologie dans notre série ; 11 de nos patients en étaient victime, soit (74%).

**5.2. Chute d'une certaine hauteur:**

2 patients de notre série en étaient victime, soit (13%).

**5.3. Les accidents de sport**

2 patients de notre série en étaient victime, soit (13%).



**Figure 4 : Les différentes circonstances étiologiques**

## **II. Etude du mécanisme**

La compression latérale était le mécanisme le plus retrouvé avec 53,33 % des cas, suivie du mécanisme inconnu, comme le montre le tableau II.

**Tableau II : Répartition des cas selon les mécanismes**

Mécanisme	Nombre de cas	Pourcentage
Compression latérale	8 cas	53,33 %
Compression axiale	1 cas	6,66 %
Compression mixte	2 cas	13,33 %
Mécanisme inconnu	4 cas	26,66 %

### III. Etude radio-clinique

#### 1. Etude clinique

##### 1.1. Signes fonctionnels :

Tous les patients avaient un genou douloureux et une impotence fonctionnelle du membre traumatisé.

##### 1.2. Examen clinique:

- ✓ Un genou tuméfié dans 8 cas soit 53,33%.
- ✓ Le choc rotulien a été mis en évidence dans 6 cas soit 40 %.
- ✓ L'ouverture cutanée a été constatée chez 3 patients, soit 20 % d'ouverture cutanée.
- ✓ Déviation de la jambe en varus dans 1 cas soit 6,66%.
- ✓ Nous n'avons pas observé de lésions vasculo-nerveuses associées.

#### 2. Étude radiologique :

##### 2.1. La radiographie standard:

Tous les patients ont bénéficié d'une radiographie standard du genou traumatisé.

Les incidences de face et de profil ont toujours été effectuées. Les incidences de trois quarts interne et externe ont été effectuées chez 2 malades soit 13,33 % des cas.

Dans notre série, les fractures ont été classées selon la classification de SCHATZKER.

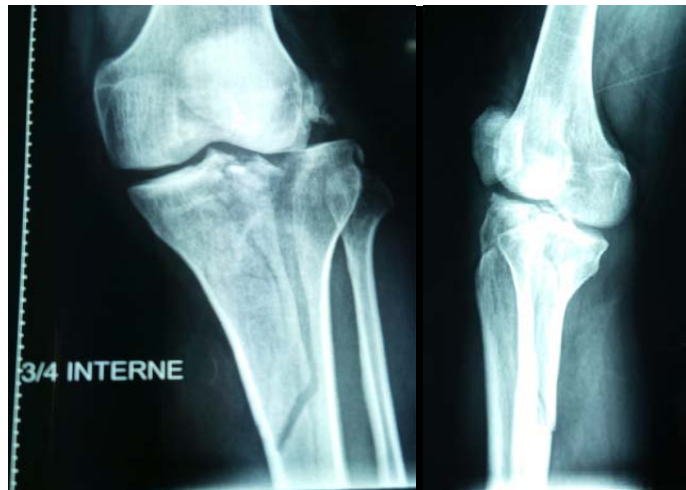
Le type II était le plus représenté avec 10 cas (66,66%). (Tableau III)

**Tableau III: Répartition des fractures selon la classification de SCHATZKER**

Type de fracture	Nombre de cas	Pourcentage %
Type 1	-	-
Type 2	10	66,66 %
Type 3	1	6,66 %
Type 4	-	-
Type 5	1	6,66 %
Type 6	3	20 %



**Figure 5 :** Radiographies du genou montrant les 2 incidences face et profil d'une fracture stade II de Schatzker avec un important enfoncement.



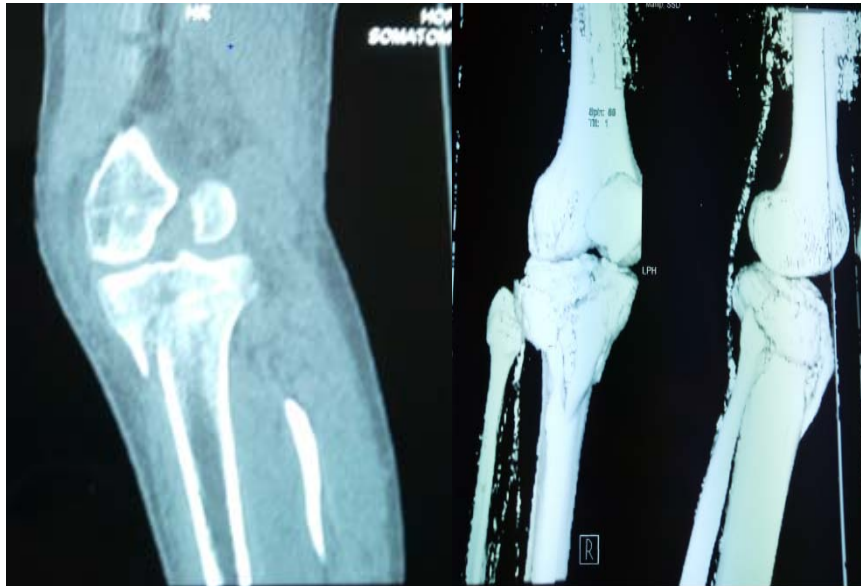
**Figure 6:** Radiographie du genou trois-quarts interne et externe montrant une fracture stade VI de Schatzker.



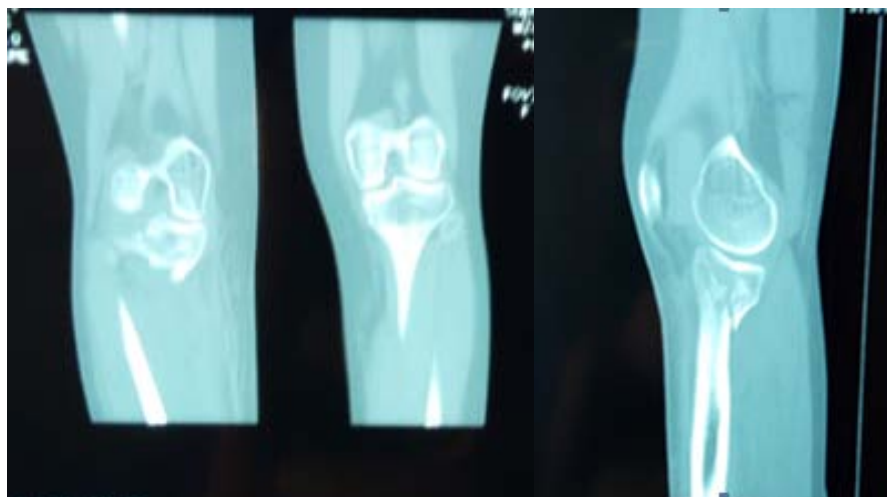
**Figure 7 :** Radiographies du genou montrant les 2 incidences face et profil d'une fracture stade V de Schatzker.

### 2.2. La TDM :

2 malades ont bénéficié d' une TDM du genou traumatisé soit 13, 33 % des cas. Cette dernière a non seulement permis d'apprécier le type de fracture et sa topographie mais aussi de mieux explorer le degré d'enfoncement. (Figure 8 et 9)



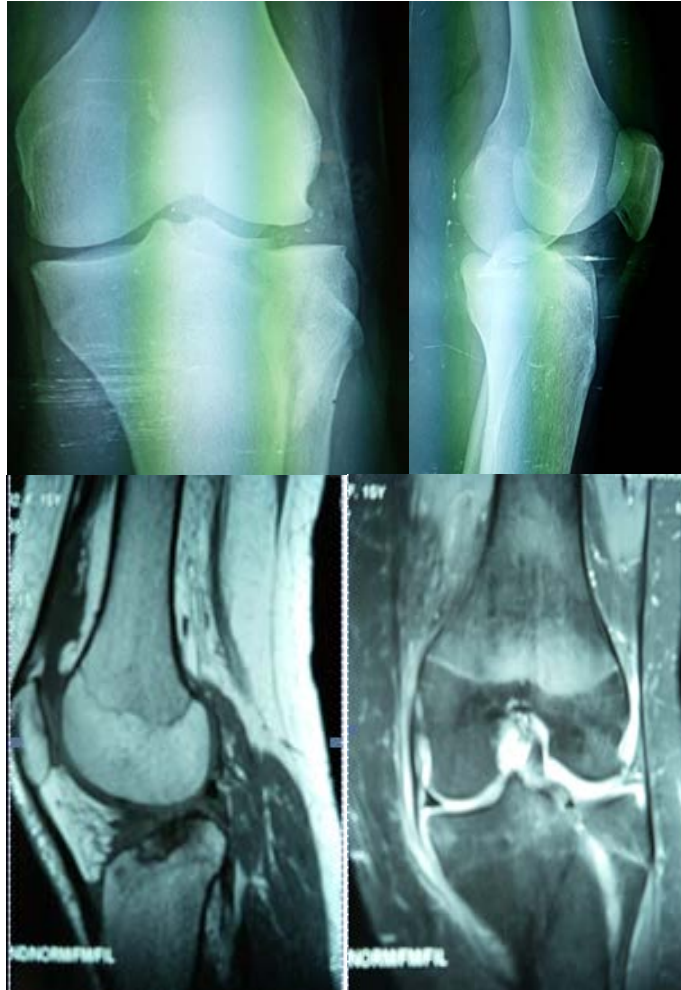
**Figure 8:** fracture Schatzker II sur une TDM du genou avec reconstruction tridimensionnelle



**Figure 9 :** fracture articulaire bi-tubérosaite postérieur sur une TDM du genou

### 2.3. IRM :

Dans notre étude 2 malades en ont bénéficié soit 13, 33 % des cas.



**Figure 10 :** Radiographie du genou face et profil montrant une fracture stade II avec IRM du genou montrant lésion du point d'angle postéro -externe avec atteinte du ménisque externe et rupture subtotale du LCP avec fracture du plateau tibial externe .

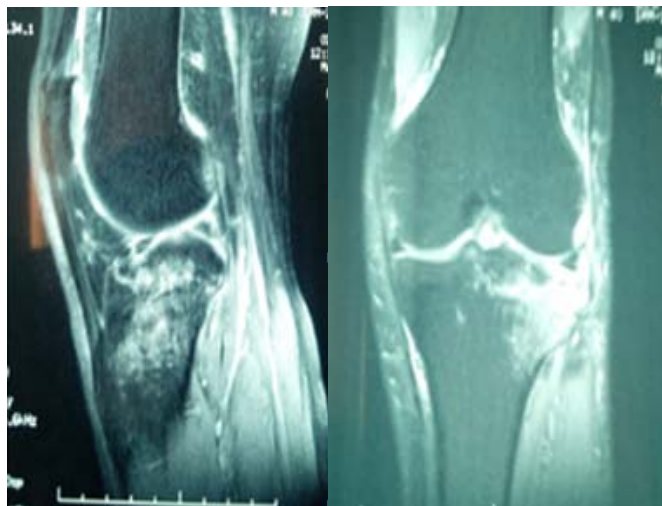


Figure 11: IRM du genou coupe frontale et sagittale montrant une fracture avec œdème du plateau tibial externe

#### **IV. Lésions associées**

##### **1. Lésions cutanées**

L'ouverture cutanée a été constatée chez 3 patients, soit 20 % des cas, de gravités variables, à type de :

- Écorchures dans 1 cas,
- Fracture ouverte stade I selon la classification de Cauchoix et Duparc dans 1 cas,
- Fracture ouverte stade II selon la classification de Cauchoix et Duparc dans 1 cas.

##### **2. les lésions osseuses :**

1 patiente avait des lésions osseuses associées, soit 6,66 %, à type de luxation antérieure de l'épaule droite.

##### **3. les lésions ménisco-ligamentaires :**

1 patiente, soit 6,66 %, avait des lésions ménisco-ligamentaires à type de rupture du LCP avec atteinte du ménisque externe.

##### **4. les lésions vasculo-nerveuses :**

Aucune lésion vasculo-nerveuse n'a été observée

## **V. Traitement chirurgical : description de la technique d' « Échafaudage » :**

### **1. préparation du patient**

Tous les patients ont bénéficié d'un examen clinique minutieux associé à un bilan biologique préopératoire complet dans le but d'éliminer une contre-indication à l'abord chirurgical.

Le bilan se composait comme suit :

- Numération formule sanguine
- Groupage – Rhésus
- Bilan d'hémostase : taux de prothrombine (TP)/ Temps de céphaline kaolin (TCK)
- Urée /créatinine
- Glycémie à jeun
- Radiographie thoracique et électrocardiogramme (ECG) pour les sujets âgés ou avec un signe d'appel cardio-pulmonaire.

### **2. Installation du patient**

Les patients étaient installés sur table normale en décubitus dorsal strict, garrot pneumatique placé à la racine de la cuisse. En cas d'abord externe, un coussin est placé sous la fesse homolatérale pour maintenir le membre inférieur en rotation indifférente. Le contrôle sous amplificateur de brillance était systématiquement réalisé. (Figure 12)

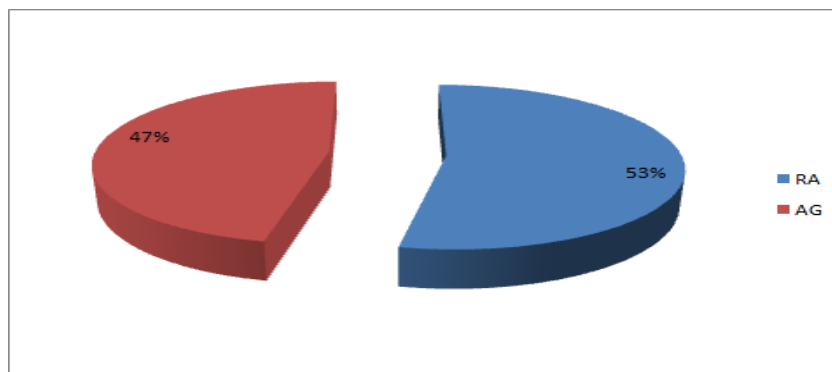


**Figure 12: Installation du patient**

### **3. Type d'anesthésie:**

Dans notre série, 8 cas soit 53,33% des patients ont bénéficié d'une anesthésie locorégionale (rachianesthésie).

7 cas (46,66%) ont bénéficié d'une anesthésie générale (dont 2 patients ont été anesthésiés initialement par rachianesthésie puis convertie en anesthésie générale après prolongement de la durée opératoire ou échec de l'anesthésie initiale)



**Figure 13: Répartition selon la technique d'anesthésie utilisée**

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

La Voie de GERNEZ externe était la voie la plus pratiquée avec 93,33% des cas (Figure 14)



**Figure 14 : Voie de GERNEZ externe**

## **5. Détails de l'ostéosynthèse :**

### **5.1. Arthrotomie sous méniscale :**

L'arthrotomie sous méniscale a permis après évacuation de l'hémarthrose de contrôler la réduction des surfaces articulaires.

### **5.2. La réduction**

La réduction était assurée par écartement temporaire du fragment séparé pour faciliter la correction de l'enfoncement. Le fragment articulaire tassé était ensuite relevé à l'aide d'une spatule ou d'un chasse-greffon. Le fragment écarté était remis en place. (Figure 15)



**Figure 15 : relèvement du tassement par un chasse-greffon**

### **5.3. L'ostéosynthèse selon notre technique :**

Le maintien de la surface articulaire relevée est assuré initialement par 2 broches de direction horizontale et sous chondrale. Puis, ces 2 broches sont remplacées respectivement par 2 vis à spongieux de diamètre 6,5 ou 4 millimètre après avoir fourré leur trajet. Ces 2 vis sont, à leur tour, supportées par une plaque adaptée à l'extrémité supérieure du tibia et dont le bord supérieur est placé juste en dessous et au contact des 2 vis. Ces dernières constituent, en fait, une sorte « d'échafaudage » sur lequel s'appuie la surface articulaire relevée. Le vide osseux résiduel ne pose aucun problème de comblement ultérieur puisqu'il est situé en pleine zone spongieuse épiphysio-métaphysaire abondamment vascularisée (Figure 16).

A la fin on effectue un contrôle scopique (Figure 17).



**Figure 16** : 2 vis d'Echafaudage au-dessus de la plaque vissée.



**Figure 17** : contrôle scopique.

### **6. Attitude vis-à-vis de l'atteinte ménisco-ligamentaires :**

Nous avons objectivé en post-opératoire dans notre série 1 cas d'atteinte ménisco-ligamentaire. Cette atteinte est prévue pour une réparation ultérieure.

### **7. Suites postopératoires**

Un drainage aspiratif par un drain Redon a été pratiqué chez tous nos patients, ramenant une quantité de liquide hématique de quantité variable. La durée du drainage était de 3 jours en moyenne.

Un traitement anticoagulant prophylactique par héparine de bas poids moléculaire a été préconisé chez tous nos patients pendant toute la période d'immobilisation.

Une antibioprofylaxie de 48h a été préconisée systématiquement chez tous nos patients.

Un traitement médical antalgique a été prescrit chez tous nos malades.

L'immobilisation a été effectuée pour tous les patients par orthèse de genou pendant une durée de 4 à 6 semaines.

### **8.rééducation**

Tous nos patients ont bénéficié d'une rééducation précoce visant à préserver les amplitudes articulaires et la force musculaire. L'appui partiel était différé au 45 jours, et l'appui total au troisième mois.

## **VI. Les complications**

### **1. Complications précoces :**

Dans notre série, nous n'avons noté aucun cas d'infection précoce, pas de thrombophlébite, et pas de syndrome de loge.

### **2. Complications secondaires**

Dans notre série, nous n'avons noté aucun cas de complications secondaires notamment pas d'infection secondaire.

### **3. Complications tardives:**

Parmi les 15 patients, 4 soit 26,66 % ont présenté une complication tardive :

- 2 cas de raideur articulaire, soit 13,33 %.
- 1 cas de défaut d'axe, soit 6,66 % (le patient a été opéré pour fracture de fémur)
- Un seul cas d'algodystrophie (6,66 % des cas) a été noté.

## VII. Résultats et évolution

1. **Recul** : le recul moyen dans notre étude était de 24 mois.

### 2. **Résultats globaux** :

Nos résultats ont été évalués en se basant sur les critères fonctionnels de MERLE D'AUBIGNÉ et MAZAS.

Les résultats constatés en fonction des critères fonctionnels et anatomiques sont les suivants :

**Tableau IV : les résultats globaux**

	Résultats fonctionnels		Résultats anatomiques	
	Effectif	pourcentage	Effectif	pourcentage
<b>Très bon</b>	8	53,33%	11	73,33%
<b>Bon</b>	4	26,66%	3	20%
<b>Moyen</b>	2	13,33%	-	-
<b>Mauvais</b>	1	6,66%	1	6,66%

Nos résultats anatomiques se sont surtout intéressées à l'état de la surface articulaire relevée lors de radiographie de contrôle faite à 6 semaines et 3 mois post opératoire. Effectivement on a noté :

- 11 cas : surface correcte.
- 4 cas : surface tassée.

Dans notre série, nous avons noté 79,99% de bons et très bons résultats en se basant sur les résultats fonctionnels et 93,33% de bons et de très bons résultats en se basant sur les résultats anatomiques.

Si on considère, sur le plan fonctionnel, les très bons et bons résultats comme Satisfaisants, alors que les moyens et les mauvais résultats comme non satisfaisants, on a:

- 12 cas de résultats satisfaisants soit 80 %
- 3 cas de résultat non satisfaisant soit 20 %

### 3. Résultats en fonction du type anatomique

Les résultats bons et très bons sont plus prédominants pour les fractures types 2 selon la classification de Schatzker.

**Tableau V: Résultats fonctionnels en fonction du type de fracture (classification de Schatzker.)**

	Très bon	Bon	Moyen	mauvais
Type1	-	-	-	-
Type 2	3	5	1	1
Type 3	-	1	-	-
Type 4	-	-	-	-
Type 5	-	1	-	-
Type 6	1	1	1	-



**Figure 18 : Radiographie initiale montrant une fracture**

de plateau tibial Schatzker II chez un patient de 24 ans.



**Figure 19 :** Radiographie de contrôle post opératoire de cette fracture traitée par la technique d'Échafaudage.



**Figure 20 :** Radiographie de contrôle 6 semaines post opératoire.



**Figure 21** : Radiographie de contrôle 3 mois post opératoire.



**Figure 22**: fracture plateau tibial Schatzker II avec important enfoncement chez un patient de 52 ans



**Figure23** : Radiographie de contrôle après 4 mois.



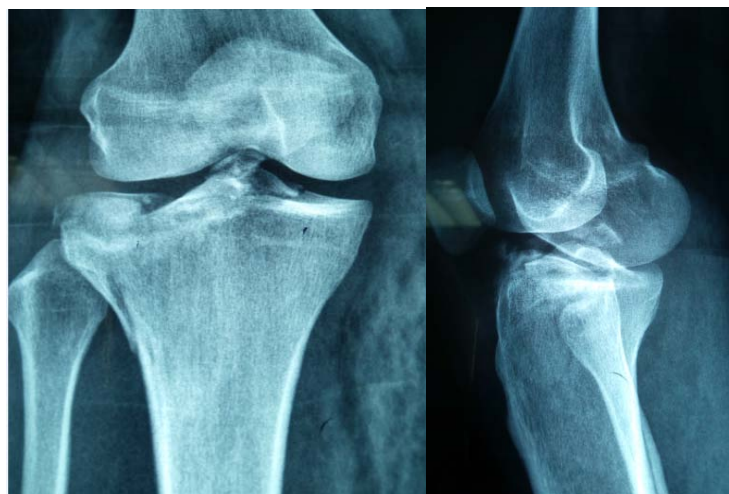
**Figure 24 :** fracture plateau tibial stade 6 de Schatzker chez un patient de 45 ans.



**Figure 25 :** Radiographie de contrôle post opératoire.



**Figure 26 :** Recul de 3 mois.



**Figure 27 :** Radiographie initiale face et profil schatzker II chez une patiente de 28 ans.



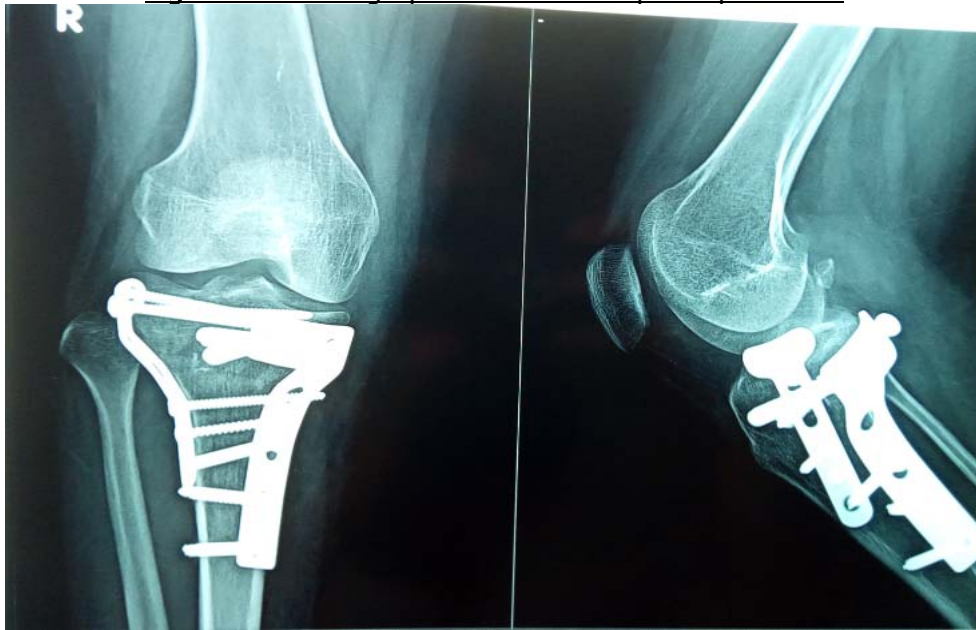
**Figure 28 :** Radiographie de contrôle de la même patiente après 3 mois.



**Figure 29 :** Radiographie initiale face et profil montrant une fracture stade 5 de Schatzker chez une patiente de 24 ans.



**Figure 30 :** Radiographie de contrôle post opératoire.



**Figure 31 :** Radiographie de contrôle à 3 mois.



---

# *DISCUSSION*

---

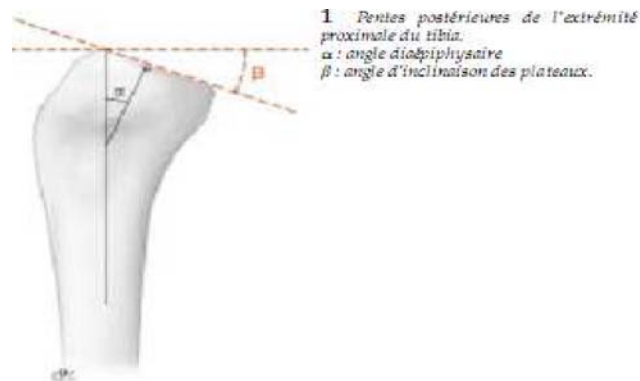


## I. RAPPEL ANATOMIQUE :

### 1. Morphologie et architecture de l'extrémité supérieure du tibia :

#### 1.1. Morphologie de l'extrémité supérieure du tibia :

L'extrémité supérieure du tibia est la portion proximale et volumineuse de l'os (figure 32) allongée transversalement et légèrement déjetée en arrière sagittalement. Le grand axe longitudinal de l'extrémité supérieure du tibia est incliné vers l'arrière et fait avec l'axe diaphysaire un angle d'inclinaison diaphysaire de 10 à 25°.



**Figure 32:** Pentes postérieures de l'extrémité proximale du tibia

Cette obliquité postérieure crée un porte-à-faux d'autant plus grand que l'angle est important. D'autre part, le plateau tibial est incliné d'avant en arrière et de haut en bas, selon un angle d'inclinaison qui varie de 1° à 15° selon Duparc [6]. L'épiphyse est le dernier maillon de la superstructure tibiale et est limitée en haut par la surface articulaire des plateaux tibiaux et en bas par le cartilage de conjugaison ou ses vestiges.

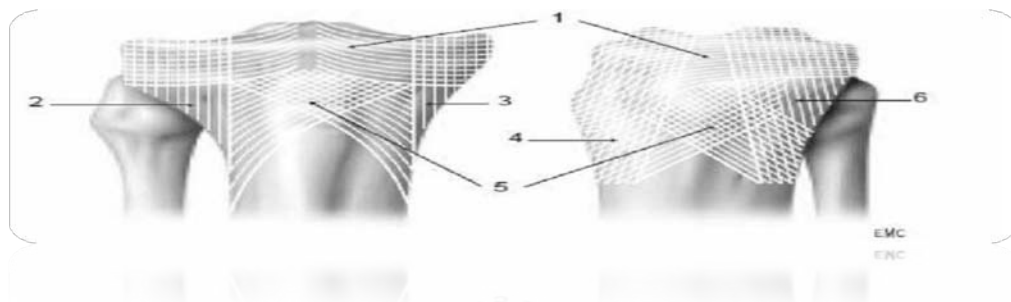
On lui décrit cinq parties : supérieure, antérieure, postérieure, latérale et médiale.

#### 1.2. Architecture de l'extrémité supérieure du tibia :

L'épiphyse tibiale est formée d'un bloc spongieux entouré d'une corticale amincie et fragile. Cet os spongieux est constitué de plusieurs systèmes trabéculaires entremêlés pour pallier la fragilité du système en porte-à-faux. Ce système lamellaire est constitué de trabécules verti-

caux partant des corticales interne et externe et s'épanouissant sous la tubérosité homo- et controlatérale. La région apophysaire tibiale proximale n'est constituée que de travées horizontales peu adaptées à s'opposer aux forces de pression verticales et obliques. Cette région repose sur une ultra structure constituée de faisceaux lamellaires verticaux, horizontaux et ogivaux (figure 33). La disposition de ces travées peut expliquer la direction des traits fracturaires pour la majorité des traumatismes :

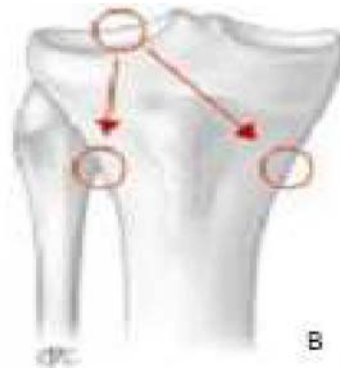
- Dans une fracture-séparation, il existe une solution de continuité qui est parallèle au système lamellaire,
- Dans une fracture-tassement, il existe une compression de l'os spongieux seul qui est dépourvu de travées résistantes. On peut donc avoir un tassement d'une certaine hauteur sans fracture associée et c'est seulement lorsque les travées sont sollicitées dans un sens perpendiculaire à leur direction que celles-ci vont se rompre et donner une fracture cliniquement visible.



**Figure 33 : Ultrastructure des faisceaux lamellaires verticaux, horizontaux et Ogivaux de l'extrémité supérieure du tibia.**

- |                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| 1. Système épiphysaire horizontal. | 4. pilier antérieur. |
| 2. pilier glénoïdien externe.      | 5. système ogival    |
| 3. pilier glénoïdien interne.      | 6. pilier postérieur |

Ainsi, l'étude structurale de l'épiphyse tibiale supérieure permet de mettre en évidence les points faibles de cette région qui sont : 1°) le plateau tibial externe dans ces 2/3 antérieurs (le tiers postérieur est protégé par le péroné) et 2°) les débords latéraux des plateaux tibiaux externe et interne qui correspondent à la base des fibres verticales des piliers externe et interne (figure 34).



**Figure 34 : zones de faiblesse de par ce système de faisceaux**

## **2. Vascularisation :**

La vascularisation artérielle de l'extrémité supérieure du tibia comprend trois réseaux :

### **2.1. Le réseau épiphyso-métaphysaire :**

Il représente la voie d'apport essentielle de l'épiphyse. Les branches sont des collatérales des artères articulaires inféro-externes et internes. De ce réseau naissent des branches collatérales qui pénètrent le massif osseux de manière radiaire.

### **2.2. Le réseau médullaire :**

Il est assuré par l'unique artère nourricière du tibia qui provient du tronc tibio péronier.

### **2.3. Le réseau périosté :**

Le réseau périoste est alimenté par l'artère tibiale antérieure et est anastomosé en haut avec le système épiphyso-métaphysaire. Ce réseau vasculaire périphérique, contenu dans l'épaisseur du périoste, donne naissance à des branches radiaires pénétrant l'os perpendiculairement pour gagner les canaux haversiens. L'altération de ce réseau périosté peut compromettre la consolidation des fractures des plateaux tibiaux.

Le système veineux est établi sur le même modèle que le réseau artériel.

### **3. LES RAPPORTS :**

En fait, unissant le fémur au tibia et à la rotule, il s'agit d'une double articulation : fémoro-rotulienne (trochléenne) et fémoro-tibiale (double condylienne).

#### **3.1. Les condyles fémoraux :**

Solidement unis aux plateaux tibiaux par des ligaments centraux (LCA et LCP) et périphériques (LLI et LLE), les condyles fémoraux sont les agresseurs des plateaux tibiaux et impriment à ceux-ci leur morphologie. Nous rappellerons la diminution progressive du rayon de courbure des condyles d'avant en arrière qui leur confère une plus grande force de pénétration dans la surface tibiale, au fur et à mesure que la flexion augmente.

Le bord médial du condyle fémoral interne se projette sur la même verticale que le bord médial du plateau tibial interne. En revanche, le plateau tibial externe déborde de 4 à 5 mm le bord latéral du condyle fémoral externe. Ce valgus fémoro-tibial physiologique représente un élément supplémentaire d'aggravation des fractures du plateau tibial externe.

#### **3.2. Les ménisques :**

Les ménisques sont des fibrocartilages semi-circulaires au nombre de deux, l'un médial et l'autre latéral. Placés sur les cavités glénoïdes augmentant leur surface articulaire et les rendant concaves. (Figure 35)

- Le ménisque interne, en forme de C, est un des éléments importants de la stabilité passive du genou. Par sa corne postérieure, il contrôle la rotation externe.
- Le ménisque externe, presque circulaire en forme de O, s'insère par ces deux cornes sur la cavité glénoïde latérale.

Donc seule la partie centrale des cavités glénoïdes reçoit directement la pression des condyles fémoraux. La conservation des ménisques, qui peuvent représenter une entrave à l'exposition articulaire, doit être impérativement assurée pour préserver l'équilibre statique du membre et l'avenir cartilagineux ;

### **3.3. Les rapports vasculo-nerveux : le pédicule poplité.**

Les nerfs et les vaisseaux entourant le genou sont entremêlés et vulnérables. L'artère poplitée fermement attachée au canal du grand adducteur, plonge dans le genou en passant sous le muscle solaire auquel elle est solidement fixée. Lors d'un traumatisme, cette artère peut être lésée par dilacération directe ou par perforation, soit par étirement du vaisseau entre ses points d'ancrage. Les nerfs sciatiques poplités interne et externe traversent la partie postérieure du genou. Le nerf sciatique poplité externe contourne le col du péroné.

## **II. BIOMÉCANIQUE DU GENOU : [1, 2, 3, 4, 5]**

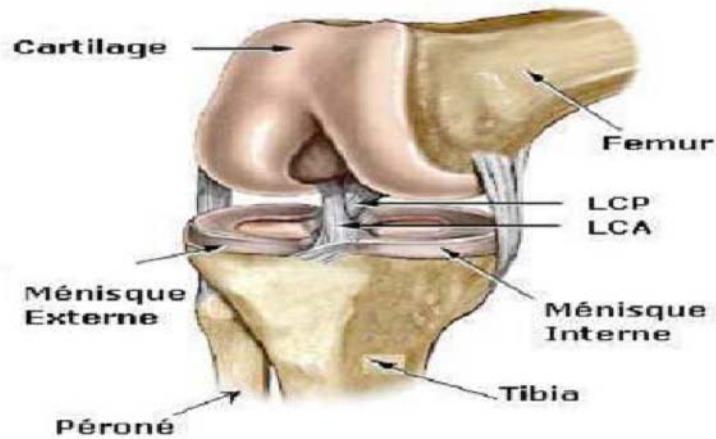
### **1. Mobilité et stabilité du genou**

Elles sont assurées par un appareil musculaire et des formations capsulo-ligamentaires.

#### **1.1. L'appareil capsulo-ligamentaire :**

Il peut être divisé en deux plans :

- Le plan capsulo-ligamentaire interne qui comprend :
  - L'expansion du vaste interne.
  - Le ligament capsulaire interne.
  - La coque condylienne interne.
  - Le ligament latéral interne.
- Le plan capsulo-ligamentaire externe qui comprend :
  - La bandelette de Messiat.
  - Le ligament capsulaire externe.
  - La coque condylienne externe.
  - Le ligament latéral externe.



**Figure 35 : les ménisques et les ligaments croisés du genou**

La stabilité transversale est assurée par les plans capsulo–ligamentaires interne et externe.

L'appui forcé tend à exagérer le valgus physiologique qui est limité par le vaste interne et les muscles de la patte d'oie.

La stabilité antéropostérieure est assurée passivement par la mise en tension des ligaments latéraux tendus en extension et des ligaments croisés. Elle est assurée activement par la contraction des muscles de la patte d'oie, du biceps et des jumeaux.

La stabilité rotatoire est assurée par les ligaments croisés et des ligaments latéraux

### **1.2. L'appareil musculaire :**

Les muscles qui assurent la mobilité et la stabilité du genou sont :

- Le quadriceps : est le muscle extenseur du genou.
- Les ischio–jambiers : le biceps crural, le demi–tendineux et le demi–membraneux sont des muscles fléchisseurs du genou.
- Les muscles de la patte d'oie : le droit interne, le couturier et le demi–tendineux sont des fléchisseurs du genou, ils s'opposent au valgus et assurent la rotation interne du tibia.
- Le muscle poplité : intervient dans la rotation interne du tibia.
- Les jumeaux interne et externe : s'insèrent sur les coques condyliennes.

## 2. Cinématique du genou:

### 2.1. Les axes de l'articulation du genou :

Le premier degré de liberté est constitué par l'axe transversal autour duquel s'effectuent les mouvements de flexion-extension. En raison du porte-à-faux du col fémoral, l'axe de la diaphyse fémoral n'est pas situé exactement dans le même prolongement de l'axe du squelette jambier, il forme avec ce dernier un angle obtus ouvert en dehors de  $170^{\circ}$  à  $175^{\circ}$  : c'est le valgus physiologique du genou qui peut expliquer en partie la fréquence des lésions du plateau externe.

Le deuxième degré de liberté consiste dans la rotation autour de l'axe longitudinal de la jambe, le genou étant fléchi. La construction du genou rend en effet cette rotation impossible lorsque l'articulation se trouve en extension complète.

### 2.2. Les mouvements de genou :

#### a. Les mouvements de flexion-extension :

- Pour la flexion : la flexion active atteint  $140^{\circ}$  si la hanche est fléchie au préalable et  $120$  seulement si la hanche est en extension, alors que la flexion passive atteint une amplitude de  $160^{\circ}$  et permet au talon d'entrer en contact avec la fesse.
- Pour l'extension : il n'existe pas d'extension absolue puisque dans la position de référence, le membre inférieur est déjà dans son état d'allongement maximum. Il est possible cependant d'effectuer, surtout passivement, un mouvement d'extension de  $5^{\circ}$  à  $10^{\circ}$  à partir de la position de référence.

#### b. La rotation axiale du genou :

Ce mouvement ne peut être effectué que genou fléchi. La rotation peut être externe ou interne.

La rotation active externe est de  $40^{\circ}$  contre  $30^{\circ}$  pour la rotation interne (genou fléchi à angle droit et sujet couché sur le ventre).

La rotation dite automatique est involontairement liée aux mouvements de flexion extension. Elle se fait en rotation externe en cas d'extension du genou et en rotation interne en cas de flexion.

### **III. Étude épidémiologique :**

#### **1. Âge :**

L'Âge de survenue des fractures enfoncement des plateaux tibiaux est variable. De nombreuses séries de la littérature révèlent l'atteinte surtout des sujets jeunes dynamiques et ceci dit plus exposés aux accidents de la circulation. [7] [8] [9] [10]

Dans notre série, l'âge moyen était de 37 ans. Cette moyenne est semblable à celles des autres séries de la littérature qui fluctuent dans les mêmes marges (36 ans – 41,5 ans).

#### **2. Sexe:**

Les séries de la littérature objectivent que les sujets de sexe masculin sont les plus exposés aux fractures enfoncement des plateaux tibiaux dans des proportions qui varient de 70–80%, à cause de l'activité journalière plus intense. Les résultats retrouvés dans notre série sont similaires à ceux rencontrés dans la littérature. [11] [12] [13]. Près des 2/3 de nos patients sont de sexe masculin. (60%)

#### **3. Côté atteint :**

Selon la littérature, l'atteinte du côté gauche est prédominante. Les résultats de notre série 67% sont conformes aux résultats de la littérature. Cette prédominance est expliquée par le fait que la circulation se fait à droite, et le côté gauche sans protection est le plus souvent lésé. [7] [14] [15]

## IV. Etiopathogenie :

### 1. Etiologie :

L'étiologie prépondérante des fractures enfoncements du plateau tibial est les accidents de la voie publique [15] (74% dans notre série). Les accidents de sport ont aussi une place comme cause de fractures enfoncement des plateaux tibiaux [16]. La fréquence des chutes causant des fractures enfoncements du plateau tibial est variable selon les auteurs. Rarement sont incriminés les agressions et les accidents de travail. En conclusion, ces résultats prouvent que les fractures enfoncements des plateaux tibiaux sont les conséquences de traumatismes à haute énergie.

### 2. Mécanisme :

Selon les différents auteurs, les fractures de l'extrémité supérieure du tibia résultent de trois grands mécanismes :

- La compression axiale
- La compression en valgus forcé ou varus forcé
- Les traumatismes sagittaux.

#### **a. La compression verticale (axiale):**

Ce mécanisme est rarement impliqué (15% pour LE HUEC [2]).

Notre série appuie les résultats des autres études en notant la rareté de ce mécanisme avec une fréquence de 6,66 %.

#### **b. La compression latérale :**

Les fractures enfoncements du plateau tibial résultent le plus souvent de ce mécanisme (CHAUVEAUX 55%, [17] et LE HUEC 55% [2]).

Selon les résultats dans notre série et conformément à ceux de la littérature ce mécanisme est le plus fréquent (53,33 %). Néanmoins cette fréquence reste basse par rapport à celle

des autres séries. Cette différence peut être expliquée par la difficulté à préciser le mécanisme par les patients vu la violence du traumatisme et l'association des lésions, ce qui explique l'augmentation de la fréquence des mécanismes mixtes et des mécanismes inconnus.

**c. Mécanisme mixte :**

Ce mécanisme a été impliqué dans 13,33 % des cas de notre série. Ceci peut être expliqué par la violence des traumatismes.

**d. Mécanisme inconnu :**

Le mécanisme de l'atteinte est resté ambigu dans 26,66 % des cas de notre étude, et ce majoritairement en raison de la difficulté à préciser le mécanisme par les patients vu la violence du traumatisme et l'association des lésions, ce qui explique l'augmentation de la fréquence des mécanismes inconnus.

## **V. Étude radio clinique:**

### **1. Étude clinique:**

Les deux signes classiques de toutes fractures des membres, y compris les fractures des plateaux tibiaux, sont la douleur et l'impotence fonctionnelle. Ces derniers ont été objectivés chez 100% de nos patients et ont été évoqués par pratiquement tous les auteurs.

### **2. Bilan radiologique :**

#### **2.1. Radiographie standard:**

Les clichés radiographiques de face et de profil ont été réalisés chez 100% des patients dans notre série et dans celles de la littérature. Les incidences  $\frac{3}{4}$  interne et  $\frac{3}{4}$  externe ont été effectuées chez 2 malades soit 13,33 % des cas.

## **2.2. La tomodensitométrie :**

Dans notre série, la TDM a été demandée chez 2 malades soit 13, 33 % des cas.

VAN GLABBECK [18] réalisait La TDM avec reconstruction tridimensionnelle systématiquement chez tous les patients.

DIAS [19] avait noté que la TDM avec reconstruction tridimensionnelle permettait une exploration excellente des traits de fracture similaire à celle obtenue à l'exploration chirurgicale et ce en objectivant un changement d'attitude thérapeutique dans 26% des cas et un changement de classification (SCHATZKER) dans 6% des cas.

WICHY [20] avait conclu en comparant dans une série de 42 fractures du plateau tibial, les 4 clichés standards et la TDM spiralée en 3 dimensions pour l'évaluation, la classification, ainsi que la prise en charge thérapeutique, que le changement n'atteint que l'attitude thérapeutique avec un pourcentage significatif avoisinant les 59%.

Hanan A. Hassan(23 )avait noté à travers une étude prospective à propos de 40 patients avec fracture de plateau tibial que la TDM permettait de détecter les lésions ligamentaires et méniscales en mesurant la dépression et élargissement du plateau tibial , sans utiliser l'IRM , il avait conclu que : Les lésions ligamentaires et méniscales ne sont pas liées avec la classification de Schatzker. Cependant le taux de ces lésions était élevé dans les types 4 et 5 et 6 par rapport aux autres types.

La mesure de la dépression du plateau tibial était corrélée avec les lésions méniscales et ligamentaires ; tandis que la mesure de l'élargissement inter fragmentaire était corrélée avec des lésions ligamentaires sans pour autant être liée avec des lésions méniscales , ce qui a été prouvé par WANG et al(27)qui avait montré que l' élargissement de plus que 8 mm inclus des lésions ligamentaires sans pour autant avoir une atteinte méniscale .

Amani Mohamed Fathi El Kharboutly (24): a mené une étude portant sur vingt patients présentant des fractures du plateau tibial montrées sur des images tomographiques .Un total de 20 patients ont été inclus (leur moyenne d'âge était de 27 ans). Il a été constaté que le type le

plus rencontré était le type II selon la classification de Schatzker, suivi du type I ; il avait conclu que l'utilisation du scanner est conseillée pour la classification des fractures du plateau tibial.

Wicky et al. (25) et Markhardt et al. (26), dont les études ont confirmé que la tomodensitométrie montrait un plateau tibial fracturé avec une grande précision.

### **2.3. Imagerie par résonance magnétique (IRM):**

Dans notre série, 2 malades en ont bénéficié soit 13,33 % des cas.

L'intérêt de l'IRM pour le diagnostic des lésions ligamentaires et méniscales lors des fractures des plateaux tibiaux est indiscutable, néanmoins plusieurs auteurs remettent en question la nécessité de la réalisation de l'IRM en se basant sur les délais d'attente jugés trop longs et les difficultés d'interprétation. [21][22]

KODE [22] avait prouvé que l'IRM avait une place au moins similaire ou supérieure à la TDM en matière d'évaluation et de classification des fractures des plateaux tibiaux.

WANG et al (27) avait noté 75,9% de lésions ligamentaires et méniscales en utilisant l'IRM pour une étude de 54 fractures du plateau tibial.



**Figure 36: IRM (a) coupe sagittale : fracture postéro interne.(b): coupe frontale fracture postérieure plateau tibial interne, structures ligamentaires et méniscales(40)**

## **VI. Lésions associées :**

### **1. Lésions cutanées:**

La fréquence des lésions cutanées dans notre série était basse par rapport à celles objectivées dans la littérature. Selon la classification de CAUCHOIX et DUPARC, on a noté 20 % des cas d'ouverture cutanée dont 6,66 %, % du type 1 et 6,66 %, % du type 2, avec 1 patient porteur d'écorchures du genou traumatisé.

## 2. Lésions osseuses :

La fracture de la tête du péroné est relativement fréquente, en général en association avec les fractures séparations du plateau tibial externe et les fractures bi tubérositaires. Dans notre série, aucun cas de ce type de fracture n'a été objectivé.

**Tableau VI : Fréquence des fractures de l'extrémité supérieure du péroné**

Auteurs	Fractures de l'extrémité supérieure du péroné (%)
HRAGUA [16]	28
BASSLAM [29]	24
MESSAOUDI [10]	29,5
AFRAD(7)	12,28
Notre série	0

## 3. Lésions vasculaires :

Il faut systématiquement apprécier la couleur et la chaleur des orteils, du pied et palper les pouls pédieux et tibial postérieur. En cas de doute, le recours à un écho doppler voire une artériographie des membres inférieurs est indispensable, mais heureusement cette complication reste rare et nous n'avons noté aucune lésion de ce genre dans notre série.

**Tableau VII: Lésions vasculaires selon les différentes séries**

Auteur	Nombre de patients	section de l'artère poplitée	compression de l'artère poplitée
DUWELIS[31]	76	1.31	0
BAREI [32]	83	2.4	0
STEVENS [28]	45	0	2.22
DAVID [11]	54	1.85	0
Notre série	15	0	0

#### 4. Lésions nerveuses :

Les lésions nerveuses sont rares. Il s'agit le plus souvent d'une atteinte du nerf sciatique poplité externe par lésion directe, secondaire à une fracture du col ou de la tête du péroné associée, par un mécanisme de varus forcé ou suite à un déplacement majeur au moment de l'impact. [31]

Nous n'avons noté aucune lésion de ce genre dans notre série.

**Tableau VIII: Lésions nerveuses selon les différentes séries**

Auteurs	Nombre de patient	Lésion nerveuse%
DUWELIUS [31]	76	3
HRAGUA [16]	25	0
DAVID [11]	54	2
Notre série	15	0

## 5. lésions méniscales

Les lésions méniscales sont fréquentes, et constituent ainsi un élément important du pronostic. Elles peuvent être sous forme d'une désinsertion périphérique avec luxation dans le foyer fracturaire, d'une désinsertion des cornes ou d'une rupture longitudinale ou transversale[39, 40].

Les ménisques sont des structures cartilagineuses en fer à cheval s'interposant entre le condyle fémoral et le plateau tibial ; ils assurent la stabilisation de l'articulation et l'absorption des chocs, avec répartition de façon homogène des forces de compression [37]

La plupart des auteurs considèrent la méniscectomie comme étant arthrogène.

X.CASSARD [44], le traitement des lésions méniscales associées, doit être le plus conservateur possible : habituellement simple abstention lorsque la lésion périphérique est peu étendue; suture méniscale en cas de désinsertion étendue entraînant une instabilité du ménisque; très rarement méniscectomie devant une lésion non suturale.

PH. BEAUFILS [30] appuie le concept de préservation méniscale en se référant à la biomécanique du genou, à la vascularisation du ménisque dont dépend la cicatrisation et aux résultats de méniscectomies témoignant d'un taux élevé de pincement secondaire de l'interligne.

Les ménisques jouent un rôle important dans la prévention de l'arthrose post-traumatique .De ce fait, une suture méniscale est le traitement de choix pour les lésions périphériques. Toutefois, si cela s'avère impossible, et c'est souvent le cas, une résection minimale est préconisée. La conservation du ménisque est donc la règle chaque fois que cela est possible [33, 38, 41, 42, 43].

Dans notre série, 1 seul cas de lésion méniscale a été trouvé à l'IRM du genou traumatisé.

**Tableau IX: Fréquence des lésions méniscales selon les auteurs**

Auteurs	Lésions méniscale %
HRAGUA[16]	12
PH BEAUFILS [30]	20
MESSAOUDI [10]	11,4
Notre série	6 ,66

## 6. lésions ligamentaires :

L'association à des lésions ligamentaires est classique. Les lésions du ligament collatéral médial et du ligament croisé antérieur, isolées ou combinées, sont les plus fréquentes et diminuent significativement les résultats fonctionnels à long terme, d'où la règle de tester le genou après ostéosynthèse permettant ainsi de traiter immédiatement la lésion ligamentaire [34, 36, 45, 46].

En cas de lésion du LCA certains auteurs préconisent une reconstruction en un temps. D'autres, préfèrent la réaliser ultérieurement [35,47, 48, 49].

Les lésions du ligament croisé postérieur (LCP) sont plus rares (0 à 15,4%). plusieurs auteurs proposent à la lumière de leurs résultats une abstention thérapeutique [50,51, 52, 90], d'autres proposent une ligamentoplastie différée [34, 35 ,36].

Dans notre série, 1 cas soit 6,66 % a présenté une lésion du ligament croisé postérieur; avec contusion du LLE. Cette fréquence est inférieure à celles trouvées dans les autres séries.

**Tableaux X: Fréquence des lésions ligamentaires dans les différentes séries**

Auteurs	Lésions ligamentaires %
VAN GLABBEK [18]	15
HUNG [15]	48
HRAGUA [16]	16
Notre série	6,66

## VII. Traitement

### 1. But du traitement :

- Retrouver un genou mobile, indolore et stable.
- Traiter toutes les lésions associées.
- Restaurer l'axe du membre lésé.
- Éviter les complications.

## 2. Principes généraux du traitement:

- Précocité de la thérapeutique à cause du vieillissement rapide des fractures articulaires,
- Perfection de la réduction restituant un profil articulaire anatomique,
- Solidité et efficacité de la contention qui assurera une consolidation en bonne position
- Précocité de la rééducation.

## 3. la greffe osseuse

La prise en charge chirurgicale des fractures tassement se base sur le relèvement du fragment articulaire enfoncé à l'aide d'une spatule ou d'un chasse greffon au niveau de la surface cartilagineuse. Ceci après écartement du fragment cortical médial ou latéral. Le fragment cortical est remis en place, la fixation est assurée par une plaque vissée qui maintient la corticale et le fragment articulaire remonté. Il est impératif de combler le vide laissé en dessous du fragment relevé avant de remettre le capot cortical. Ce comblement se fait par greffe cortico-spongieuse, par substitut ou par du ciment dans le but d'éviter l'affaissement secondaire.

Une greffe osseuse est un apport de tissu osseux vivant ou non, qui peut provenir du patient lui-même, il s'agit alors d'une autogreffe. Les allogreffes sont constituées de tissus greffés entre des individus de la même espèce avec des gènes non identiques, qui peuvent être des os frais ou conservés dans une banque osseuse. Ces greffons sont traités au moyen de lyophilisation, d'autoclavage, de conservation chimique ou d'irradiation afin qu'ils soient libres de l'activité cellulaire. Les hétérogreffes sont des greffes entre des individus d'espèces différentes. L'utilisation d'os bovins appartient à cette catégorie. Dans le cas des greffons alloplastiques, un corps étranger inerte est implanté dans le tissu, comme le phosphate de calcium, l'hydroxyapatite et la biocéramique. (7)

La biologie de chacun de ces greffons varie et peut fournir un ou plusieurs des composants essentiels de l'ostéogenèse, de l'ostéo-induction et de l'ostéo-conduction. Le terme ostéogenèse désigne les éléments cellulaires du greffon qui survivent à la transplantation et produi-

sent activement de l'os nouveau. Dans l'ostéo-induction, tous les matériaux sont capables d'induire la transformation de cellules mésenchymateuses indifférenciées en ostéoblastes ou chondroblastes, ce qui augmente la croissance osseuse.

Ce mécanisme a été reconnu comme dépendant de plusieurs facteurs, y compris une protéine spécifique: Protéine morphogénique osseuse (BMP). Une matrice ostéo-conductrice agit comme un cadre, et cela se produit lorsqu'un type de matériau (souvent inorganique) permet une apparition osseuse sur un os préexistant, nécessitant ainsi la présence de cellules différenciées osseuses et mésenchymateuses. Idéalement, les greffons doivent présenter une caractéristique connue sous le nom d'ostéointégration, qui est la capacité chimique à adhérer aux surfaces osseuses, sans couche intermédiaire de tissu fibreux.

Les greffes osseuses spongieuses autogènes sont considérées comme gold standard en raison de leur ostéoconductivité, de leur potentiel ostéogène, de leur compatibilité et de leur incapacité à transmettre des maladies infectieuses. Ce greffon standard a plusieurs inconvénients, comme une quantité insuffisante, la morbidité du site du donneur et des complications potentielles telles que la douleur, l'hématome et l'infection. Pour surmonter ces problèmes, des alternatives biologiques ont été utilisées, en particulier les allogreffes et les hétérogreffes. Cependant, les limitations liées à la disponibilité rapide, aux coûts élevés, à la transmission des maladies et aux problèmes d'immunogénicité ont accéléré la recherche de matériaux synthétiques et de biomatériaux inertes comme alternatives.

L'hydroxyapatite de calcium et le phosphate tricalcique  $\beta$ , qui appartiennent à la famille des céramiques de phosphate de calcium, sont des matériaux ostéoconducteurs biocompatibles qui offrent un environnement chimique et une surface adaptés à une nouvelle formation osseuse. Leur efficacité en tant que substitut des greffes autologues pour combler les défauts osseux a été prouvée par plusieurs études cliniques et expérimentales.[55]

Le comblement des défauts osseux sous-chondral après réduction des fractures tassément est nécessaire, néanmoins le matériel idéal pour comblement reste controversé. L'autogreffe à partir de la crête iliaque est entachée par la possibilité de morbidité et de compli-

cations du site donneur, mais elle reste l'option la moins chère et la plus facilement disponible. Pourtant, le coût total du traitement par ciment de phosphate de calcium pourrait en fait être inférieur à celui des patients traités par autogreffe en raison d'une réadaptation plus rapide et d'un séjour à l'hôpital plus court. [56]

Des études ont montré que la rigidité et la résistance à la compression du phosphate de calcium et du ciment au sulfate étaient meilleures que celles de l'os spongieux et donc moins de tassement secondaire de la fracture et même une prise de poids plus précoce est possible. [57][58]

### 3.1. Autogreffe :

L'autogreffe est le matériau de comblement osseux le plus anciennement et le plus couramment utilisé par les chirurgiens orthopédistes et traumatologues. Cette greffe permet d'apporter tous les éléments nécessaires à la consolidation : facteurs de croissance, matrice osseuse, cellules souches. [59]

Elle présente des propriétés ostéogéniques, ostéo-inductives et ostéo-conductrices. Elle peut être de plusieurs types.

**Tableau XI : Propriétés de l'autogreffe**

Propriété	Spongieux	Cortical non vascularisé	Cortical vascularisé
Ostéoconduction	++++	+	+
Ostéoinduction	++	+ /-	+ /-
Ostéogenèse	+++	-	++
Solidité immédiate		+++	+++
Solidité 6 mois	++	+++	+++
Solidité 1 an	+++	+++	+++

Actuellement les greffes utilisées sont spongieuses et cortico-spongieuses vascularisées ou non.

La consolidation de ces greffes autologues évolue en deux phases. Pendant la première, le premier mois, l'ostéogenèse provient des cellules de la greffe. Lors de la deuxième phase, ce sont les cellules hôtes qui contribuent à ce processus. Les greffes spongieuses sont facilement intégrées au site hôte. Mais elles participent à la consolidation surtout par leur rôle ostéocon-ducteur, par leur substrat qui permet la prolifération des vaisseaux et l'infiltration de nouveaux

ostéoblastes et de leurs précurseurs. La source principale de spongieux est au niveau des crêtes iliaques, mais on peut le prélever aussi au niveau du tubercule de Gerdy ou de l'extrémité distale du radius ou du tibia.

Les sources de greffes cortico-spongieuses vascularisées ou non sont le péroné, les côtes et les crêtes iliaques (figure 37). Elles peuvent être greffées avec ou sans leur pédicule vasculaire. Ces greffes sont peu ostéo-inductives mais plutôt ostéo-conductrices et probablement ostéogéniques par la survie de leurs ostéoblastes. Les greffes corticales procurent au site receveur des qualités mécaniques, même si les greffes non vascularisées pendant les six premières semaines s'affaiblissent, du fait de leur résorption et de leur revascularisation. Les greffes vascularisées, elles, consolident rapidement à l'interface greffon-hôte avec meilleure lutte contre l'infection.



**Figure 37 : Prélèvement d'un greffon autologue de la crête iliaque.(7)**

Malgré leurs propriétés mécaniques, ces greffes doivent être stabilisées par une ostéosynthèse interne ou externe pour les protéger de fractures pendant leur période d'hypertrophie. Les greffes cortico-spongieuses sont indiquées lorsque les défets segmentaires atteignent 5-6 cm. Pour les défets supérieurs à 12 cm, les greffes vascularisées sont préférées, leur taux de consolidation atteignant 75%, contre 50% pour les non vascularisés. [59]

Il est conseillé de prélever l'autogreffe après la préparation du site receveur, de telle sorte qu'elle ne reste pas trop longtemps en attente sur table. En effet, la survie des cellules osseuses

est menacée après le prélèvement et leur viabilité reste limitée à quelques dizaines de minutes [60, 61,62]

Dans tous les cas, il faudra éviter le dessèchement de l'os, qui favorise la mort cellulaire, et préserver le greffon dans une cupule avec du sérum physiologique ou du sang du patient s'il s'agit de petits fragments osseux, ou dans un champ ou des compresses imbibées de sérum physiologique s'il s'agit de pièces de plus gros volume.

Les avantages des greffes osseuses autologues sont leurs très bons taux de consolidation, leur faible risque de transmission de maladie, et leur parfaite tolérance immunologique.

La principale complication de ces greffes reste la morbidité de leurs sites de prélèvement. Au niveau des crêtes iliaques, la littérature rapporte entre 10% et 40% de complications selon les études, dont plus du quart de complications sévères. Elles incluent infection, hématome sévère, réintervention, douleurs chroniques sur le site donneur. L'expérience montre que la zone de prélèvement, en particulier iliaque, est souvent plus douloureuse que le site d'intervention principal, pertes de sensibilité définitives, atteinte du nerf fémoro-cutané, fractures de l'épine iliaque antéro-supérieure, perforation de l'aile iliaque, ouverture de l'articulation sacro-iliaque, plaie de l'artère fessière dans l'échancrure sciatique, éventrations. Les complications mineures comportent des cicatrices inesthétiques, des problèmes de cicatrisation, des infections superficielles, des difficultés de déambulation, une gêne au port des habits.[59]

Cruse, dans une étude comportant plus de 1 000 cas, a retrouvé 3,9 % d'infection au niveau des sites donneurs [60, 63]

Banwart et al, dans une méta-analyse, ont rapporté 39 % de complications dites mineures au niveau du site donneur et 10 % de complications majeures [60](64)

Pour de grandes pertes de substance osseuse, les sites de prélèvement peuvent se révéler insuffisants aussi bien qualitativement que quantitativement, comme par exemple chez les sujets âgés ostéoporotiques ou au contraire chez les sujets jeunes. Un deuxième site opératoire augmente la durée totale de l'intervention et par conséquent de l'anesthésie générale, le travail à deux équipes étant rare. Enfin, ce deuxième site opératoire peut majorer les pertes sanguines totales. (60)

k. AFRAD (7), dans une étude comportant 61 patient avec fracture tassement du plateau tibial, a conclu que 23 patients des 61 cas greffés ont souffert de morbidité au niveau du site du prélèvement.

**Tableau XII: Répartition des morbidités du site de prélèvement**

Morbidité	Nombre de cas	Pourcentage
Douleurs aiguës	8 cas	7.02%
Douleurs chroniques	5 cas	4.39%
Troubles sensitifs	3 cas	2.63%
Complications septiques	2 cas	1.75%
Hématomes	2 cas	1.75%
Préjudice esthétique	2 cas	1.75%
Instabilité pelvienne	1 cas	0.88%
Hernie de la ligne blanche	-	-
fracture	-	-

T .Nodarian (65) rapporte un cas de hernie hépatique survenu après la greffe osseuse prise de la crête iliaque antérieure chez une patiente de 64 ans . Le diagnostic clinique a été confirmé par une tomodensitométrie abdominale. Malgré une réparation chirurgicale appropriée, la hernie a récidivé.

La fréquence des hernies après une greffe à partir de la crête iliaque est estimée à 5% selon AUDELAT et al(71) ; cette complication a été rapportée en 1945 par OLD ET FIELD(72). Les symptômes peuvent apparaître 24 jour (73) jusqu'à 15 année après la greffe osseuse (74) ; cette complication est plus fréquente chez les femmes(71) ; les facteurs de risque sont l'obésité, augmentation de la pression intra abdominal, âge supérieur à 65 ans, hypertension artérielle , cancer gastro-intestinal et une ventilation mécanique (75-85).

Fowler et al. [70] rapporte de nombreuses complications d'autogreffe à partir de la crête iliaque : atteinte d' artère glutéal supérieur , du quatrième artère lombaire et de l' artère ilio-lombaire ainsi que l'artère iliaque profond circonflexe , l'atteinte de nerf fémoral et ilioinguinal ainsi que l'atteinte urétérales avec hernie gastro-intestinale et instabilité avec fracture pelvienne.

Depalma [68] observe la persistance de douleur 3 mois post opératoire chez 15 % de patients ; tandis que Laurie [69] rapporte que 10 % de patients souffraient 2 ans après la chirurgie.

Boni [77] rapporte 18 % de complication à type d'hématome, douleur local avec infection tandis que Watters and Levinthal [76] rapportent 12% complications impliquant des infection, hématome profond, fracture pelvienne, des paresthésies et rétention urinaire .

Fernyhough [78] a noté que la complication la plus fréquente est la douleur chronique. Ahlmann et al. [80], a comparé le taux de morbidité en terme de greffe osseuse qu'elle soit récolté de la crête iliaque antérieur ou postérieur, il rapportait 2% lorsque la greffe a été récolté de crête iliaque postérieur tandis que 23% si la greffe a été prise à partir de la crête iliaque antérieur ,il a aussi ajouté que la persistance de la douleur pour de plus longues périodes est observée après la récolte de la crête antérieure et recommande la récolte de la crête iliaque postérieure [80].

Scott [81] and Burstein et al. [66] ont montré que la récolte d'une greffe tri corticale, est accompagnée par une morbidité significativement plus élevée en termes d'analgésie, la longueur de l'incision, la durée de la chirurgie et d'hospitalisation.

Kurz et al. [67] rapportaient des complications liées à la récolte de la greffe de la crête iliaque à type de douleur au niveau du site donneur avec des lésions nerveuses, des lésions vasculaires, en particulier dans les greffes postérieures, ainsi que des hématomes dans 4 à 10% des cas. Le risque d'infection ne semble pas être élevé, atteignant moins de 1% des cas. La boiterie impliquant le moyen fessier a été rapportés (jusqu'à 3% des cas) avec une greffe postérieure. Les Lésions de la paroi abdominale et la hernie des organes abdominaux peut être observé après la récolte de greffe tri corticale. Avulsion de l'épine iliaque antéro-supérieure [82] et fractures de l'aile de l'ilium sont rares [83,84], mais peuvent exiger une seconde procédure pour l'ostéosynthèse. Ils sont contribués à l'ostéoporose.

La greffe osseuse autologue est considérée comme le «Gold standard» pour corriger le tassement dans les fractures des plateaux tibiaux. Néanmoins les complications associées ont conduit les traumatologues à chercher des options alternatives telle que la technique d'Échafaudage qui présente de nombreux avantages importants, expliquant l'intérêt croissant pour son

utilisation en chirurgie traumatique pour la correction du tassement dans les fractures du plateau tibial, ils se résument en :

- La diminution du nombre de sites de prélèvements sur l'opéré, avec diminution du nombre de cicatrices.
- La diminution du temps opératoire et des pertes sanguines.
- L'absence de risque de complications liées aux prélèvements d'autogreffes telles que les fractures ou les infections au niveau de ces sites.
- Économiser le capital osseux du patient,

Dans notre série, nous n'avons noté aucun cas de complication secondaire notamment pas d'infection ni hématome ou de douleur chronique.

### **3.2. Allogreffe :**

Une allogreffe osseuse correspond à l'utilisation d'un os provenant d'un individu de la même espèce.

Le recours à l'allogreffe sous forme de têtes de banque reste de pratique courante pour les chirurgiens orthopédistes. Les allogreffes peuvent également être utilisées sous forme de pièces osseuses massives, en général dans des indications tumorales, ou dans des indications de reprises d'arthroplastie, le plus souvent de hanche.

Les greffes allogéniques sont disponibles sous plusieurs formes : matrice osseuse déminéralisée, copeaux morcelés et spongieux, greffe spongieuse ou cortico-spongieuse, et greffes massives ostéochondrale ou segmentaire.[94]

Les matrices osseuses déminéralisées sont des matériaux avec des propriétés ostéo inductrices et peut-être ostéo-conductives. Elles ne possèdent pas de propriétés mécaniques, mais remplissent aisément des pertes de substance osseuse ou des cavités. Leur revascularisation se fait rapidement. Elles sont préparées par des procédés standardisés dans lesquels l'os est concassé ou pulvérisé en particules de petite taille (74 à 420µm) puis déminéralisé par des bains d'acide chlorhydrique, s'ajoutent des traitements variés de dégraissage et d'irradiation.[59]

L'activité biologique de ces matrices est probablement due à des protéines et des facteurs de croissance présents dans la matrice extracellulaire, rendus assimilables par les cellules hôtes par les procédés de déminéralisation.

Les capacités ostéo-inductives peuvent varier suivant le conditionnement, la fabrication, les procédés de stérilisation et d'un donneur à l'autre, pouvant être à l'origine d'une efficacité inégale suivant les types et les lots.

Actuellement les industries proposent un grand nombre de ces produits, déclinés sous toutes sortes de formes : pâte, gels, copeaux, mastic. Ils assèment leurs avantages et leur supériorité sur les autres produits, bien qu'à l'heure actuelle il existe peu d'arguments scientifiques pour confirmer leurs promesses. On ne dispose à l'heure actuelle d'aucune étude randomisée contrôlée comparant l'efficacité de ces matrices osseuses déminéralisées aux greffes osseuses autologues chez l'homme, en particulier dans les fractures fraîches. [59]

Les allogreffes peuvent être cryoconservées ou faire l'objet de traitements particuliers visant à une meilleure sécurité microbiologique, ou à exprimer des potentialités ostéo-inductrices(60)

Plusieurs modalités de conservation sont possibles, faisant appel aux techniques de congélation. Pour les têtes fémorales, le stockage le plus courant se fait à la température nécessaire et suffisante de  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En effet, au-dessus de cette température, les enzymes de dégradation ne sont pas suffisamment inactivées et une dégradation du greffon se produit avec le temps. Une température égale ou inférieure à  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  permet une conservation au-delà de 1 an. (60)(Figure 38).



**Figure 38:** Congélateurs pour têtes fémorales

Des prélèvements bactériologiques sont effectués sur l'os au moment du prélèvement, mais doivent également être pratiqués avant son utilisation, car le froid n'est pas bactéricide. Il est néanmoins susceptible de diminuer le pouvoir infectant de certains virus [87]. La chaîne de stérilité ne doit pas être interrompue entre le prélèvement et l'utilisation. Lors de l'utilisation, le greffon osseux est disponible en quelques minutes après immersion dans un sérum physiologique chaud. (60)

Les têtes de fémur, et plus généralement les greffons allogéniques, ne sont pas débarrassés des cellules hématopoïétiques et médullaires, ni de la substance organique au sein des logettes inter trabéculaires. Ces éléments gênent la pénétration des cellules du receveur, ainsi que la formation du blastème de régénération. Ils ralentissent donc la repousse osseuse et, par conséquent, l'ostéoconduction. Le froid détruit les éléments cellulaires du donneur contenus au sein des os, de même qu'il dénature partiellement les sites antigéniques de la trame protéique, diminuant ainsi l'antigénicité des greffes [89,90]. C'est pourquoi il n'existe pratiquement pas de phénomènes d'immunisation (un cas d'immunisation rhésus a été décrit dans la littérature). (60)

Les pièces osseuses massives sont conservées dans de l'azote liquide à  $-196^{\circ}\text{C}$ . Les précautions bactériologiques, de manipulation et de stockage sont les mêmes que pour les têtes fémorales. (60).

Certaines têtes de banque sont commercialisées après avoir fait l'objet de traitements particuliers d'inactivation virale afin de parfaire leur sécurité microbiologique. Ces allogreffes bénéficient bien sûr des mêmes critères de sélection que les allogreffes non traitées. Elles proviennent le plus souvent de têtes fémorales.

Ces allogreffes bénéficient en premier lieu d'un lavage et d'une détersion mécanique sous haute pression afin d'éliminer les débris tissulaires, cellulaires et médullaires. Elles subissent alors plusieurs traitements chimiques parfaitement codifiés répondant à des normes européennes et permettant une déprotéinisation partielle, une délipidation ainsi qu'une action spécifique sur les virus et les agents infectieux non conventionnels de type prion (ATNC : agents de transmission non conventionnels). Les différentes étapes participent chacune à l'inactivation par la réduction de la charge virale potentielle.

L'étape de délipidation qui est fondamentale, car elle participe à l'inactivation virale et parce qu'elle va rendre le greffon plus hydrophile et donc plus accessible à la pénétration des fluides biologiques et des cellules, est plus variable selon les produits. La délipidation est également une étape importante, car elle favorise l'efficacité des autres étapes de traitement en facilitant la pénétration des agents anti-infectieux. Le traitement d'inactivation virale et contre les agents infectieux non conventionnels repose sur l'utilisation de l'urée molaire, de la soude ou de l'hypochlorite de sodium, ces traitements répondant aux normes conseillées par les autorités sanitaires.

Au terme de toutes ces étapes, les solvants sont entièrement éliminés et le greffon est chimiquement et physiquement intact. Enfin, ils font l'objet d'une stérilisation finale par irradiation  $\gamma$  ou  $\beta$  à une dose de 25 à 32 kGy. (60)

Le risque théorique de transmission du virus VIH est de moins de 1 sur 1 000 000 et, pour le virus de l'hépatite C, de 1 sur 200 000 pour une allogreffe cryoconservée non irradiée et sans traitement de sécurisation microbiologique, provenant d'un donneur sélectionné et testé sérologiquement. Ce risque diminue après 6 mois de quarantaine à moins de 1 pour 1 000 000 000 pour le virus VIH et à 1 pour 2 000 000 pour le virus de l'hépatite C. Ce risque devient virtuel si l'allogreffe a subi un traitement validé de sécurisation microbiologique [86]. Outre

l'avantage qu'elles présentent en matière de sécurité microbiologique, ces allogreffes garantissent de toute réaction immunologique. (60)

L'avantage de cette forme d'allogreffe réside également dans la facilité de conservation à température ordinaire et d'utilisation immédiate. Par ailleurs, elles adoptent des formes et des tailles standardisées. De par le traitement mécanique, les logettes inter trabéculaires sont libres et facilitent donc l'envahissement par le blastème de régénération et l'ostéoconduction. Elles conservent leur facilité de façonnage. Certaines d'entre elles affichent une résistance mécanique en compression comparable à celle du tissu spongieux frais. Ces greffons osseux feront l'objet du remodelage naturel habituel (« creeping substitution »), comportant une résorption ostéoclastique suivie d'une phase de néoformation osseuse ostéoblastique. Néanmoins, ces traitements peuvent modifier certaines caractéristiques ou propriétés des allogreffes. (60)

Selon Vastel et Mitton, les propriétés mécaniques de l'allogreffe ne semblent pas modifiées par le traitement au CO<sub>2</sub> supercritique, ou sont peu modifiées par les bains hyperosmotiques mais plus significativement altérées par l'hypochlorite de sodium [88, 92,93]. Ces traitements semblent également retentir sur la viabilité cellulaire, comme l'a montré Vastel dans une étude in vitro. Dumas a également mis en évidence l'effet délétère de la soude et du peroxyde d'hydrogène, isolément ou en association, sur les fibres de collagène en surface, ainsi que leur effet cytotoxique sur des cultures de lignées ostéoblastiques, sans cependant en tirer des conclusions sur les conséquences cliniques éventuelles [60,91]

Le greffage osseux morselisé de compactage utilisant l'allogreffe fraîche congelée dans Les fractures du plateau tibial déprimées fournit un support structurel suffisant pour maintenir la hauteur du plateau tibial, est associée à peu de complications chez les patients complexes avec une perte osseuse importante et présente des avantages théoriques de l'incorporation et du remodelage du greffon.[7,95]

Le succès de toute allogreffe est synonyme de son incorporation au site receveur, cette incorporation dépend de la rigueur de la technique de prélèvement, de criblage, de conservation

et d'intégration dans le site demandeur, mais aussi de la taille et du type du greffon, de la qualité du contact osseux et de la stabilité du montage, ainsi qu'un lit receveur bien vascularisé.

L'allogreffe présente de nombreux avantages par rapport à l'autogreffe :

- Économiser le capital osseux du patient, avec possibilité d'augmenter le capital osseux par la greffe.
- Possibilité de greffer certains patients, chez qui les autogreffes sont impossibles à savoir les personnes âgées et les enfants.
- Possibilité de décider extemporanément d'une greffe.
- L'absence quasi totale de réaction immunitaire ce qui permet d'avoir un nombre de donneurs potentiels assez important.
- La diminution du temps opératoire et des pertes sanguines
- L'absence de risque de fracture ou d'infection au niveau de site donneur.

L'allogreffe présente aussi de nombreux inconvénients :

**a. Une incorporation de qualité moindre par rapport à l'os autologue**

**b. Les infections :**

C'est la complication la plus grave (elle signe l'échec de l'allogreffe) vu que les antibiotiques n'ont pas d'action sur l'allogreffe du fait du retard de vascularisation (97), c'est pourquoi de plus en plus de chirurgiens préfèrent utiliser de l'os irradié pour obtenir une sécurité maximale, en plus de la sécurisation bactériologique de toutes les étapes de la greffe (98). Le respect de certaines mesures prophylactiques en per et en post-opératoire donnerait également de bons résultats à savoir une bonne hémostase, la mise en place de drains pendant au moins 48 heures en postopératoire, une antibioprophylaxie intraveineuse au moins pendant les 96 heures suivants l'opération, avec relais oral pendant deux ou trois mois, jusqu'à ce que la réaction de l'hôte contre le greffon diminue et que sa vascularisation se mette en place(96).

**c. Les fractures :**

Observées dans 10% des cas de greffes massives. Elles surviennent au cours de la période de fragilité du greffon entre le 8ème et le 18ème mois environ (97). Ce qui impose une mise en décharge prolongée surtout au cours de cette période, ainsi que l'utilisation d'une ostéosynthèse assez solide, l'obtention d'une surface de contact la plus grande possible, et l'apposition d'os spongieux autologue à la jonction allogreffe-os receveur(99).

Même si la fracture survient, il est assez souvent possible d'y remédier, en opérant le patient pour faire une réduction anatomique, stabiliser par une ostéosynthèse et ajouter de l'os spongieux. Par contre si le greffon se résorbe, son remplacement est impératif (100).

**d. La non consolidation :**

Complication assez rare, favorisée par les trouble de vascularisation, ou si le siège de la greffe est cortical (99). Elle peut être améliorée par l'apposition d'os spongieux au niveau de la zone de jonction.

**e. L'instabilité articulaire :**

Se voit dans les allogreffes ostéocartilagineuses, et est principalement due à la faiblesse de la tenue mécanique des structures ligamentaires réimplantées (97).

**3.3. Substituts osseux:**

Le substitut osseux idéal est un biomatériau (106) dont les propriétés mécaniques sont proches de l'os, qui peut être en même temps sûr, efficace et disponible. (54)

La sécurité et L'efficacité de substituts de greffon osseux dans le traitement des défauts osseux sous-chondraux associés aux fractures du plateau tibial ont été recueillies à la suite d'une revue de la littérature. Les substituts de greffon évalués dans les études incluses étaient le ciment de phosphate de calcium, le verre bioactif, le phosphate tricalcique. [103]

**a. Céramiques de phosphate de calcium:**

Les céramiques sont des matériaux non organiques dont la structure générale est biphasique : une phase vitreuse (matrice), et une phase cristalline (aiguilles cristallisées). Elles possèdent des propriétés intéressantes avec une haute résistance à la corrosion, des qualités méca-

niques pour les céramiques denses, ainsi que des propriétés électriques et ioniques. Il existe différentes familles de céramiques suivant leur composition. En orthopédie sont utilisées les céramiques de phosphate de calcium : phosphates tricalciques  $\beta$ , hydroxyapatites synthétiques ou biologiques, les composés biphasés (Hydroxyapatite HAP/ phosphate tricalcique PTC), ou triphasés (HAP/PTC/ Phosphate de calcium déshydraté DCPD).[59]

Il faut souligner que les céramiques de phosphate de calcium sont Ostéo-conductrices mais pas ostéo-inductrices [59]

La céramique de phosphate de calcium (CPC) (figure 39) est un biomatériau présentant de nombreux avantages en augmentant la réduction ouverte et la fixation interne des fractures tassements du plateau tibial, y compris l'élimination de la morbidité associée à la récolte de greffons osseux, l'apport illimité de substitut osseux, le remplissage optimal des défauts osseux irréguliers et le raccourcissement du temps postopératoire de reprise de la marche.[101]



**Figure 39 : Grains de phosphate de calcium**



**Figure 40 : Céramiques d'hydroxyapatite**

D. SIMPSON [105] a comparé entre l'usage des céramiques de phosphate tricalcique et celui de la greffe osseuse. Il a démontré que l'utilisation des céramiques de phosphate de calcium n'est qu' équivalente ou encore plus efficace que la greffe osseuse(7)

**b. Le verre bioactif :**

Heikkilä.JT [102] avait comparé le verre bioactif et l'os autogène comme matériau substitutif osseux dans les fractures du plateau tibial. Il avait conclu que les granulés de verre bioactifs peuvent être utilisés cliniquement comme matériau de remplissage au lieu d'autogreffe.

**c. Substituts osseux d'origine animale :**

Ce sont des produits d'origine bovine, débarrassés de la moelle osseuse et ayant conservé une partie de la matrice protéique. (54)

Ces substituts osseux présentent de nombreux risques (54) :

*c.1. Toxicité et bio compatibilité :*

En ce qui concerne les substituts osseux d'origine synthétique, les risques essentiels sont reliés aux problèmes de biocompatibilité et de toxicité (106).

La biocompatibilité est une caractéristique essentielle du biomatériau, elle est appréciée par la recherche de réactions inflammatoires à polynucléaires, de cellules géantes et d'encapsulation fibreuse au niveau du site d'implantation.

La toxicité est évaluée en considérant les constituants et les produits de dégradation en fonction du site d'implantation.

*c.2. Risques immunologiques et infectieux des substituts d'origine animale :*

Le risque essentiel qui se pose pour les produits animaux c'est la transmission d'agents pathogènes, essentiellement les prions.

Enfin, Ces substituts permettent de réaliser des comblements de perte de substance osseuse cavitaire avec une bonne résistance mécanique, peu étendue et en milieu aseptique (107). Mais leurs indications restent restreintes en compétition avec les allo et les autogreffes. (54)

Mc Namara IR et Smith TO [104] avance qu'actuellement, il n'existe pas de preuves suffisantes pour déterminer la meilleure méthode pour traiter les défauts osseux pendant la chirurgie. Cependant, la preuve ne contredit pas les approches visant à limiter la dissection et les dommages des tissus mous ou à éviter les complications du site du donneur de l'autogreffe en utilisant des substituts osseux. D'autres essais randomisés de grande envergure bien conçus sont donc justifiés(7)

## **VIII. Banque d'os(7)**

La banque d'os est un service agréé par le ministère de la santé à effectuer des activités de conservation de greffons osseux, elle organise en plus le prélèvement, la collecte, la sécurisa-

tion puis la distribution de ces mêmes greffons aux chirurgiens orthopédistes, et ce dans le respect des règles de bonne pratique et dans la garantie d'une traçabilité sans failles, et une assurance qualité des prestations.

Le manque d'allogreffe dans notre pays a poussé les chirurgiens orthopédistes du CHU Mohammed VI de Marrakech à œuvrer dans ce sens et à fournir de grands efforts pour mettre sur pied ce projet. Ainsi, au mois de juin 2016 la banque d'os du CHU Mohammed VI de Marrakech, qui est aussi la première au Maroc, a vu le jour. Elle a pour activité la conservation des têtes fémorales traitées par cryoconservation et sans processus de stérilisation secondaire, la banque collabore étroitement avec tous les chirurgiens orthopédistes de la région de Marrakech-Safi, en procurant aux patients des allogreffes dans les normes de qualité et de sécurité sanitaire, avec un coût de cession adéquat.

Le service est doté de deux congélateurs permettant une congélation à moins 80°C avec un système de sécurisation de la température. Ces deux congélateurs permettent d'isoler les têtes fémorales validées en quarantaine. La banque est équipée de pots stériles pour conditionnement des têtes fémorales (figure41), des containers isothermes pour le transport des greffons à une température entre -4°C et +4°C. [54]



**Figure 41 : Pots stériles pour têtes fémorales**

Les premières allogreffes à partir des têtes fémorales congelées au niveau de la banque d'os du CHU Mohammed VI de Marrakech ont vu le jour en mai 2017. (7)

## **IX. Résultats et évolution**

### **1. Résultats globaux**

Nous avons évalué les résultats selon les critères de MERLE D'AUBIGNE et MAZAS. (voir annexe II)

Dans notre série, nous avons noté 79,99% de bons et très bons résultats en se basant sur les résultats fonctionnels et 93,33% de bons et de très bons résultats en se basant sur les résultats anatomiques.

Comparant nos résultats avec les autres techniques de comblement de vide sous chondrale à savoir autogreffe, allogreffe et les substituts osseux décrites dans la littérature.

#### **1.1. Autogreffe :**

k. AFRAD(7) a réalisé une étude rétrospective, portant sur la place de la Greffe Cortico-Spongieuse(GCS) dans les fractures tassement des plateaux tibiaux chez l'adulte. D'un total de 114 patients, 61 ont bénéficié d'une autogreffe cortico-spongieuse prélevée de la crête iliaque.Selon les critères de MERLE D'AUBIGNÉ et MAZAS ,elle a recensé dans le groupe greffé 88,52% de bons et très bons pour les résultats fonctionnels et 78,69% de bons et de très bons résultats concernant les résultats anatomiques. Contre 77,36% de bons et de très bons résultats en se basant sur les résultats fonctionnels et 79,25% de bons et de très bons résultats en se basant sur les résultats anatomiques du groupe non greffé.

Bucholz RW [108] montre que le traitement des fractures tassement du plateau tibial chez 40 patients par autogreffes cortico-spongieuse (CS) a donné de très bons résultats avec un recul moyen de 15,4 mois.

Mart.RK et al [109] ont conduit une étude sur 21 ans portant sur 23 patients présentant une fracture tassement du plateau tibial externe et traitée par GCS à partir de la crête iliaque, après un suivi moyen de 14 ans, l'affaissement secondaire était de 6 mm en moyenne avec seulement 02 cas de gonarthrose.

Lesanianos N et al [110], proposent la GCS pour toute fracture du plateau tibial avec un tassement supérieur à 2 mm avec comme résultat dans leur étude, 21 patients, avec très bon et bon résultat d'un ensemble de 23 patients.

Wang H et al [111] montrent dans une étude portant sur 48 patients avec des fractures des plateaux tibiaux classés Schatzker 2 et 3 que la réduction anatomique et la GCS ont été à l'origine de 100% de très bons et bons résultats.

Benoit B et al [112] voient que l'utilisation d'une greffe cortico-spongieuse après réduction anatomique est essentielle pour toute fracture enfoncement des plateaux tibiaux avec dans leur étude un affaissement secondaire moyen de  $1,32 \pm 0,1$  mm restant tolérable.

### **1.2. Allogreffe :**

Veitch SW, Stroud RM et Toms AD [95] ont décrit les résultats cliniques et radiologiques du greffage osseux morselisé de compactage pour les fractures du plateau tibial déplacées utilisant l'allogreffe. Ils ont conclu que 5 patients parmi les 6 ont présenté d'excellents résultats.

Feng W et al [113] présentent une étude portant sur 22 patients traités par allogreffes CS avec un score de Rosmussen de 88,9% avec un recul de 2 ans.

Marscall B et al (114) ont conduit une étude rétrospective portant sur 77 patients présentant une fracture du plateau tibial stade II de Schatzker traitée par allogreffe, après un suivi moyen de 24 mois, aucun patient n'a présenté un affaissement secondaire de plus de 2mm .Ce taux est diminué par rapport à autogreffe (30,3 %) et ciment phosphate de calcium (8,7 %).

### **1.3. Substituts osseux :**

J.K KEATING [115] montre que l'utilisation des céramiques de phosphate tricalciques a donné des résultats fonctionnels excellents et bons chez 92% des cas après 6 mois et bons chez 95% des cas après une année.

D. SIMPSON [105] a comparé entre l'usage des céramiques de phosphate tricalcique et celui de la greffe osseuse. Il a démontré que l'utilisation des céramiques de phosphate de calcium n'est qu'équivalente ou encore plus efficace que la greffe osseuse.

Heikkilä.JT [102] avait comparé le verre bioactif et l'os autogène comme matériau substitutif osseux dans les fractures du plateau tibial. Il avait conclu que les granulés de verre bioactifs peuvent être utilisés cliniquement comme matériau de remplissage au lieu d'os autogène dans les fractures tassements du plateau tibial externe.

L'effondrement secondaire de la surface du genou  $\geq 2$  mm a été rapporté dans 8,6% des substituts biologiques (allogreffe, Matrice osseuse déminéralisée et xénogreffe) ; 5,4% dans l'hydroxyapatite, 3,7% dans le ciment phosphate de calcium et 11,1% dans les cas de sulfate de calcium. [117]

**Tableau XIII: tableau comparatif des résultats en fonction de la technique utilisée.**

La technique utilisée	Auteurs	Résultat
Autogreffe	K .AFRAD(7)	-Résultats fonctionnels : 88,52% de bons et très bons. -Résultats anatomiques : 78,69% de bons et de très bons.
	Bucholz RW [108]	Très bon résultats
	Lesanianos N et al [110]	91,30 % de bon et très bon résultat
	Wang H et al [111]	100% de bon et très bon résultat
Allogreffe	Veitch SW, Stroud RM et Toms AD [95 ]	5 patients parmi les 6 ont présenté d'excellents résultats.
	Marscall B et al [114]	aucun patient n'a présenté un affaissement secondaire de plus de 2mm.
Substituts osseux	J.K KEATING [115 ]	résultats fonctionnels : excellents et bons chez 92% des cas après 6 mois et bons chez 95% des cas après une année
Notre technique		Résultats fonctionnels : 79,99% de bons et très bons résultats . Résultats anatomiques : 93,33% de bons et de très bons résultats

## 2. Résultats selon le type anatomique

P.HARDY [117] sur une série de 122 cas a constaté que le type de fracture n'influence que peu la qualité des résultats à moyen terme.

Selon Y DE LA CAFFINIÈRE [118) Le pronostic moins bon des fractures bi tubérositaires complexes est expliqué par la prise en charge particulière et la voie d'abord large.

Les fractures du plateau tibial externe de type séparation et tassement pur ont un pronostic clinique et radiologique légèrement supérieur à celui des fractures mixtes ou fractures du plateau tibial interne. Ceci a été démontré par l'étude menée par la société française d'arthroscopie. [119]



---

## *CONCLUSION*

---



Les fractures des plateaux tibiaux restent graves par leur caractère articulaire, menaçant le devenir fonctionnel du genou et exposant à la gonarthrose post-traumatique.

Le traitement des fractures tassement des plateaux tibiaux nécessite une restitution intégrale de la surface articulaire avec un comblement des vides et les lacunes métaphysaires résiduels. Les autogreffes sont considérées comme idéales, mais sont responsables d'une morbidité du site donneur et sont limitées dans l'approvisionnement. L'allogreffe a été utilisée comme une alternative à l'autogreffe dans le traitement des fractures tassement des plateaux tibiaux, mais la grande demande en os de banque d'une part, et le risque de transmission potentielle de maladies d'autre part représentent encore des défis à surmonter. Les substituts synthétiques des greffes osseuses ont gagné une place pour le remplissage des vides et des défauts, éliminant les problèmes d'autogreffe et d'allogreffe. Ces substituts osseux synthétiques ont été invariablement basés sur des phosphates de calcium et / ou des matériaux de sulfate de calcium qui sont ostéo-conducteurs et facilitent le remodelage osseux.

une nouvelles technique d' « Échafaudage » est actuellement utilisée qui consiste à la mise de 2 vis au-dessus de la plaque vissée pour maintenir la surface articulaire relevée ,les lacunes résiduels vont être combler par la régénération d'os spongieux métaphysaire .Cette nouvelle technique présente de nombreux avantages nous citons la diminution du temps opératoire et des pertes sanguines ainsi que l'absence de risque de complications liées aux prélèvements d'autogreffes telles que les fractures , les infections, les hernies et la douleur au niveau du site de prélèvement .



---

# *ANNEXE*

---



## Fiche d'exploitation

### I. Fiche d'exploitation : Traitement chirurgical des fractures des plateaux tibiaux par la technique d' « Echafaudage »

#### Identité

- Nom et prénom :.....
- Date d'entrée :...../..... /.....
- Date d'opération: ...../..... /.....
- Date de sortie: ...../..... /.....
- Age:.....
- Sexe : M :  F :
- Adresse:
- Téléphone :

#### ATCDS :

- Médicaux :
- Chirurgicaux : oui :  non :
- Etat antérieur du genou :

#### Etiologies:

- AVP :
- Chute:
- Accident de travail :
- Accident de sport :
- Fracture pathologique :
- Autre :

#### Mécanisme :

- Compression axiale :
- Compression latérale :
- Compression mixte :
- Mécanisme inconnu:

Coté : Droit : Gauche :  Bilatéral :

#### Examen clinique du membre atteint:

Traumatisme isolé  Polytraumatisé

#### Lésions associées:

- Cutanées: écorchures  ouverture  perte de substance
- Vasculo-nerveuses: .....

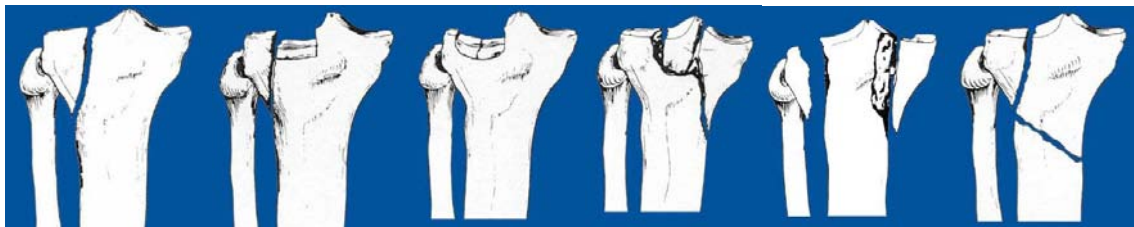
- Osseuses associées: .....
- Ligamentaires : LCA  LLI  LLE  LCP
- Méniscales : interne  externe
- Autres: .....

Bilan radiologique :

- Radiographie standard du genou : Face :  profil :  3/4: 
  - Lésions élémentaires : enfoncement :  Séparation :  Mixte :
  - Lésions associées :
    - Fracture péroné :
    - Fracture rotule
    - Fracture des condyles fémoraux :
    - Autres :
- TDM: Oui :  Non :  Résultats :
- IRM : Oui :  Non :  Résultats :

Classification : Classification de Schatzker :

- Type I : Fracture séparation pure du plateau tibial externe
- Type II : Fracture séparation–enfoncement du plateau tibial externe
- Type III : Fracture enfoncement pure du plateau tibial externe
- Type IV : Fracture séparation du plateau interne associée ou non à une fracture du massif des épines
- Type V : Fracture bitubérosaite
- Type VI: Fracture tubérosaite associée à une fracture diaphysaire haute du tibia



Traitement :

- Antibioprophylaxie : oui : non :  
ATB... Durée:.....
- Anesthésie: Locoregionale :  générale :
- Garrot pneumatique : oui :  non :
- Contrôle fluoroscopique : Oui :  Non :
- Voies d'abord:
  - Abord antero–externe (Gernez externe):
  - Gernez interne:



Délai de consolidation :

- 6 semaines       2mois       3mois       4 mois  
 5 mois       6mois       plus

Résultats et évolution :

- Recul postopératoire : .....
- *Résultat global selon les Critères de Merle d'Aubigné et Mazas :*
  - *Critères fonctionnels :*

Critères	Douleur	Niveau d'activité	stabilité
Très bon	Pas de douleur	Activité très intense	Parfaite pas de laxité.
bon	Douleurs rares et modérées	Activité intense	Absence de laxité en extension. Légère laxité en semi flexion. Appui monopodal. Accroupissement unilatéral possible mais avec difficulté minime.
moyen	Douleurs peu importantes mais fréquentes	Activité douce	Laxité en extension. Accroupissement unilatéral possible.
Mauvais	Douleurs importantes et fréquentes	Aucune activité	Instabilité grave. Appui monopodal impossible.

• *Critères anatomiques*

Critères	Surfaces articulaires	Interligne	Arthrose	Axe
Très bons	Reconstruction parfaite.	Normal	Absence	Aucun défaut d'axe
Bons	Petit enfoncement résiduel et localisé	Altération minime	Signes incipiens	Pas de déviation en varus. Valgus jusqu'à 15°
Mauvais	Enfoncement important	Altération grave	Signes francs	Déviation en varus ou déviation en valgus de plus de 15°

Résultat :      Très bon                      Bon                      Mauvais

## **II. Critères de MERLE D'AUBIGNÉ et MAZAS :**

### **1. Critères anatomiques :**

Ces critères se basent sur l'appréciation de :

- La qualité de la reconstitution de la surface articulaire
- L'interligne
- L'existence ou non d'arthrose
- La déviation axiale

Ces critères ont permis de classer les résultats en trois catégories: très bon, bon, mauvais.

### **2. Critères fonctionnels :**

Ces critères permettent de classer les résultats en quatre catégories (très bon, bon, moyen, mauvais) en tenant en compte de 4 éléments:

- La douleur
- Qualité de la marche
- Mobilité articulaire du genou
- La stabilité du genou



---

## *RÉSUMÉS*

---



## Résumé

L'objectif de notre travail est de déterminer l'importance de la technique d' « Echafaudages » dans le traitement des fractures tassement du plateau tibial afin d'améliorer la prise en charge de ce type de fracture et de diminuer la morbidité qui les engendre.

Il s'agissait d'une étude prospective, étalée sur une période de 2 ans allant du juin 2016 au juin 2018 au service de traumatologie-orthopédie du CHU Mohammed VI de Marrakech. Nous avons inclus dans la série tous les patients hospitalisés pour une fracture enfoncement du plateau tibial durant la période d'étude et traités par la technique d'Echafaudage.

Les résultats à long terme ont été recueillis à partir des dossiers médicaux ainsi par la convocation des malades pour l'évaluation clinique et radiologique.

L'âge moyen était de 37 ans.

Le sexe ratio était de 1,5.

Les étiologies étaient dominées par les accidents de la voie publique 74%.

Les fractures ont été classées selon la classification de Schatzker.

Tous nos patient ont étaient traité par la technique d'Echafaudage .

La voie d'abord de Gernez externe était la plus utilisée dans 93,33% des cas.

Dans notre série, nous avons noté 79,99% de bons et très bons résultats en se basant sur les résultats fonctionnels et 93,33% de bons et de très bons résultats en se basant sur les résultats anatomiques selon les critères de MERLE D'AUBIGNE et MAZAS.

Parmi les complications, on a noté 1 cas d'algodystrophie, un cas de défaut d'axe expliqué par le faite que le patient a été opéré pour une fracture de fémur avec un défaut de rééducation, 2 cas de raideur articulaire ont été noté.

À la lumière de cette étude, il ressort que la technique d'échafaudage reste actuellement la méthode alternative au traitement des fractures tassement des plateaux tibiaux permettant ainsi de surmonter les complications de la greffe osseuse.

## Abstract

The aim of our work is to determine the importance of the technique of "scaffolding" in the treatment of tibial plateau fractures in order to improve the management of this type of fracture and to reduce the morbidity that generate them.

It was a prospective study, spread over a 2-year period from June 2016 to June 2018 at the traumatology-orthopedics department of the Mohammed VI University Hospital of Marrakech. We included in the series all patients hospitalized for depressed tibial plateau fracture during the study period and treated by the scaffolding technique.

The long-term results were collected from medical records as well as by the convocation of patients for clinical and radiological evaluation.

The average age was 37 years.

The sex ratio was 1.5.

Etiologies were dominated by road accidents 74%.

The fractures were classified according to the Schatzker classification.

All our patients were treated by scaffolding technique.

The external Gernez approach was the most used in 93.33% of cases.

In our series, we scored 79.99% good and very good results based on the functional results and 93.33% good and very good results based on the anatomical results according to the criteria of MERLE D'AUBIGNE and MAZAS.

Among the complications, we noted 1 case of algodystrophy, a case of axis failure explained by the fact that the patient is already operated for a femur fracture with a defect of rehabilitation, 2 cases of articular stiffness.

In the light of this study, it is clear that the scaffolding technique is currently the alternative method to the treatment of tibial plateau fractures, thus overcoming the complications of bone grafting.

## ملخص

الهدف من عملنا هو تحديد أهمية تقنية سقالة في علاج الكسور المنخفضة لهضبة الظنوب من أجل تحسين إدارة هذا النوع من الكسور والحد من الاعتلال الناتج عنه.

كانت هذه الدراسة استطلاعية، موزعة على سنتين من يونيو 2016 إلى يونيو 2018 في قسم جراحة العظام بالمستشفى الجامعي محمد السادس بمراكش حيث تم ضم جميع المرضى لكسر هضبة الظنوب خلال فترة الدراسة في هذه السلسلة .

تم جمع النتائج على المدى الطويل من السجلات الطبية وكذلك عن طريق دعوة المرضى للتقييم السريري والإشعاعي.

متوسط العمر 37 سنة.

يمثل الذكور أغلبية المرضى المدروسين بنسبة 60% .

وقد هيمنت حوادث السير بنسبة 74% .

تم تصنيف الكسور وفقا لتصنيف تشاتزكر .

تم علاج جميع مرضانا من خلال تقنية السقالة.

وكان نهج جرنيز الخارجي الأكثر استخداما في 93,33% من الحالات.

في سلسلتنا ، حققنا نتائج جيدة وجيدة جدا 79.99% على أساس النتائج الوظيفية و 93.33% من النتائج

الجيدة والجيدة جدًا استنادًا إلى النتائج التشريحية وفقًا لمعايير ميرل أو بيغني ومازاس.

من بين المضاعفات ، كانت هناك حالة واحدة من الحقد ، و حالة من فشل المحور تفسر بأن المريض كان

قد خضع لعملية عظم الفخذ مع وجود خلل في الترويض الطبي ، لوحظت 2 حالات تصلب المفاصل.

على ضوء هذه الدراسة تبين أن تقنية السقالات هي حاليا طريقة بديلة لعلاج كسور هضبة الظنوب ،

وبالتالي التغلب على مضاعفات الطعم العظمي.



---

# *BIBLIOGRAPHIE*

---



1. **Tarchouli M.**  
Le traitement chirurgical des fractures des plateaux tibiaux.  
Thèse doctorat médecine Rabat. 2005. N° 133.
2. **Le Huec JC.**  
Fractures articulaires récentes de l'extrémité supérieure du tibia de l'adulte.  
Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : expansion scientifique française 1996:97-
3. **Baslam A.**  
Fractures des plateaux tibiaux : à propos de 25 cas à l'hôpital El Ghassani de Fès.  
Thèse doctorat médecine Rabat. 1998, N° 159.
4. **LaPrade RF, Engebretsen AH, Ly TV, Johansen S, Wentorf FA and Engebretsen L.**  
The Anatomy of the Medial Part of the Knee.  
J Bone Joint Surg Am. 2007;89:2000-10.
5. **Lubowitz JH, Elson WS and Guttman D.**  
Part I: Arthroscopic Management of Tibial Plateau Fractures.  
Arthroscopy 2004;20:1063-70.
6. **Duparc J, Ficat P.**  
Fractures articulaires de l'extrémité supérieure du tibia.  
Rev chir Orthop 1960;46:399-486.
7. **AFRAD.K**  
La place de la greffe cortico-spongieuse dans le traitement des fractures enfoncements des plateaux tibiaux.  
Université Cadi Ayyad ; FMPM, Thèse N 208 2017.
8. **El Argui.G**  
Fractures des plateaux tibiaux.  
Thèse Méd Rabat, 2004, n°137
9. **Mehmet Asik,Ozgur Cetik,Ufuk Talu**  
Arthroscopy-assisted operative management of tibial plateau fractures.  
Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy,2002,10 (6).
10. **Messaoudi.I**  
Le traitement chirurgical des fractures des plateaux tibiaux.  
Thèse Méd.casa , 2001,n°297.

11. **David gs, beharry r, mc kee md, wadell JP.**  
The long term fonctionnal out come of operatively treated tibial plateau fractures.  
J. Orthop. Trauma, 2001, 15 (5): 312–320.
12. **Egol, Kennet A, Md, Su,Edward ,Tejwani,Nirmal**  
Treatment of Complex Tibial Plateau Fractures Using the Less Invasive Stabilization System Plate: Clinical Experience and a Laboratory Comparison with Double Plating.  
Journal of Trauma–Injury Infection & Critical Care,2004, 57(2):340–346
13. **Gill,Thmas J.Md,Moezzi,Darius M,Oates,Kenneth M**  
Arthroscopic Reduction and Internal Fixation of Tibial Plateau Fractures in Skiing.  
Clinical Orthopaedics & Related Research, 2001, 1 (383):243–249
14. **Honkonen SE.**  
Indications for surgical treatment of tibial condyles fractures.  
Clin. Orthop. Rel. Res., 1994, 302 : 199–205.
15. **Hung, Shuo S.Md,Chao,En–Kai Md,Chan,Yi–Sheng, Yuan, Li–Jen,Chung, Peter C–H**  
Arthroscopically Assisted Osteosynthesis for Tibial Plateau Fractures.  
Journal of Trauma–Injury Infection & Critical Care, 2003, 54(2): 356–363.
16. **S. Hragua ;**  
Traitement chirurgical des fractures des plateaux tibiaux.  
Faculté de médecine et de pharmacie Casablanca. Thèse 2005.
17. **Chauveaux D, Le Huec J.C,Rouger D, Thomas G, Le Rebeller.**  
Traitement chirurgical sous contrôle arthroscopique des fractures des plateaux (A propos de 20 cas).  
Rev.Chir.Orthop,1991, supp.I :288
18. **Van Glabbeck F, Rovan Viet, Jansen N, Danvers J**  
Arthroscopically assisted reduction and internal fixation of tibial plateau fractures : report of twenty cases.  
Acta Orthopedica Belg, 2002, 68: 258–264.
19. **Dias Jj, Stirling Aj, Finlay Db, Gregg PJ.**  
Computerised axial tomography for tibial plateau fractures.  
J. Bone Joint Surg, 1987, 69–B : 84–88.

20. **S.Wicky,P.Blaser,C.H.Blanc**  
Comparaison between standard radiography and spiral CT with 3Dreconstruction in the evaluation,classification and management of tibial plateau fractures.  
European radiology, 2000, 10(8).
21. **Jennings JE.**  
Arthroscopic management of tibial plateau fractures.  
Arthroscopy, 1985, 1 : 160–168.
22. **Kode L, Liberman Jm, Motta AO et al.**  
Evaluation of tibial plateau fractures : efficacy of MR imaging compared with CT.  
Am. J. Roentgenol, 1994, 163 : 141–147
23. **Hanan A.Hassan**  
Value of quantitative assessment using Multidetector CT in predicting ligamentous and meniscal injuries in acute tibial plateau fractures  
<https://doi.org/10.1016/j.ejrn.2017.12.009>
24. **Amani Mohamed Fathi El Kharboutly**  
Multi–detector computed tomography assessment of the tibial plateau fractures  
<https://doi.org/10.1016/j.ejrn.2015.05.011>
25. **Wicky S, Blaser PF, Blanc CH, Leyvraz PF, Schnyder P, Meuli RA.**  
Comparison between standard radiography and spiral CT with 3D reconstruction in the evaluation, classification and management of tibial plateau fractures. Eur Radiol 2000;10(8):1227–32.
26. **Markhardt BK, Gross JM, Monu JU.**  
Schatzker classification of tibial plateau fractures: use of CT and MR imaging improves assessment. Radiographics: a review publication of the Radiological Society of North America, Inc. 2009;29(2):585–97.
27. **27 J. Wang, J. Wei, M. Wang**  
The distinct prediction standards for radiological assessments associated with soft tissue injuries in the acute tibial plateau fracture  
Eur J Orthop Surg Traumatol, 25 (5) (2015), pp. 913–920
28. **Stevens,David G,Beharry,Rani,Mckee,Micheal D, Waddell,James P**  
The Long–Term Functional Outcome of Operatively Treated Tibial Plateau Fractures.  
Journal of Orthopaedic Trauma, 2001, 15(5):312–320

29. **Baslam.A**  
Les fractures des plateaux tibiaux à propos de 25 cas à l'hôpital el ghassani de FES.  
Thèse Méd RABAT ,1998, n°159
30. **Ph .Beaufils ,Xcassard ,Ph .Hardy**  
Fractures des plateaux tibiaux et arthroscopie.
31. **Duvelius Paul J, Mark R, Colville M, Woll S.**  
Treatment of tibial plateau fractures by limited internal fixation.  
Clin. Orthop. Related Research, 1997, 1 (399) : 47-57.
32. **Barei, David P.Md, FrCs(C), Nork, Sean E.Md, Mills, William J.Md, Henley, M.Bradford**  
Complications Associated With Internal Fixation of High-Energy Bicondylar Tibial Plateau-Fractures Utilizing a Two-Incision Technique.  
Journal of Orthopaedic Trauma, 2004, 18(10):649-657
33. **Kohut M, Leyvraz P.**  
Les lésions cartilagineuses, méniscales et ligamentaires dans le pronostic des fractures des plateaux tibiaux.  
Acta orthopaedica Belgica 1994; 1:81-8.
34. **Dejour H, Chambat P, Caton J, Meler G.**  
Les fractures des plateaux tibiaux avec lésion ligamentaire.  
Rev Chir Orthop 1981; 67:593-8.
35. **TROJANI CH, JACQUOT L, AIT SI SELMI T, NEYRET PH.**  
Les fractures récentes des plateaux tibiaux de l'adulte  
Maîtrise orthopédique, 2003, n°127.
36. **DUPARC F.**  
Reconnaître et traiter une fracture des plateaux tibiaux de l'adulte.  
Concours Méd, 1998, 120, 16 :1179-89.
37. **BEKKALI.Y.**  
Traitement des fractures des plateaux tibiaux par visage percutané (contrôle fluoroscopique).  
Thèse doctorat Méd casa, 2005, n°356.
38. **HUTEN D, DUPARC J, CA V AGNA R.**  
Fractures des plateaux tibiaux de l'adulte.  
Encycl. Méd. Chir. (Paris), App locomoteur, 1990, 14082-A10 : 12p.

39. **Engelsohn E, Umans H, Difelice GS.**  
Marginal fractures of the medial tibial plateau: possible association with medial meniscal root tear.  
Skeletal Radiol, 2007; 36(1):73–6.
40. **Hall F.M., Hochma M.G.**  
Medial second–type fracture:cortical avulsion off the medial tibial plateau associated with tears of the posterior cruciate ligament and medial meniscus.  
Skeletal Radiology, 1997; 26: 553–5.
41. **Asik M, Cetik O, Talu U, Sozen YV.**  
Arthroscopy–assisted operative management of tibial plateau fractures.  
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2002; 10(6): 364–70.
42. **Aşık M, Sen C, Taşer OF, Sözen YV, Alturfan AK.**  
Arthroscopic meniscal repair with the use of conventional suturing materials.  
Acta Orthop Traumatol Turc, 2002; 36(3): 228–35.
43. **Keating J.F., Hajducka CI, Harper J.**  
Minimal internal fixation and calcium–phosphate cement in the treatment of fractures of the tibial plateau.  
J Bone Joint Surg, 2003; 85–B: 68–73.
44. **Cassard X, Beaufils P, Blin J.L, Hardy P.**  
Ostéosynthèse sous contrôle arthroscopique des fractures. Séparation –enfonce ment des plateaux tibiaux.Rev Chir Orthop, 1999 ; 85 : 257–66.
45. **Scheerlinck C.S NG, Handelberg F, Casteley P.P.**  
Medium–term reslts of percutaneous osteosynthesis of fractures of the tibial plateau.  
J Bone Joint Surg, 1998; 80–B: 959–64.
46. **Scheerlinck H, Handelberg F, Casteleyn P.**  
Traitement percutané des fractures des pla teaux tibiaux assisté par arthroscopie.  
J Traumatol Sport, 2001 ; 18 : 19–26.
47. **Ahmad M.A, El Shafie M, Willett K.M.**  
Failure of Fixation of Tibial Plateau Fractures.  
J Orthop Trauma, 2002; 16(5): 323–9.
48. **Burri C, Barzke G, Coldewey J, Muggler E.**  
Fractures of the tibial plateau.  
Clin Orthop, 1979; 138: 84–93.

49. **Mithöfer K, Gill TJ, Vrahas MS.**  
Tibial plateau fracture following anterior cruciate ligament reconstruction.  
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2004; 12(4): 325–8.
50. **Chauveaux D, Souillac V, Le Huec J.C.**  
Fractures des plateaux tibiaux, fractures récentes.  
Encycl Méd Chir Mise à jour, 2003 ; 14082–A–10.
51. **Hsu C.J, Wei–Ning Chang, Chi–Yin Wong.**  
Surgical treatment of tibial plateau fracture in elderly patients.  
Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2001; 121 (1–2): 67–70.
52. **Dennis P. Weigel, Lawrence J.**  
Mars High–energy fractures of the tibial plateau.  
Bone Joint Surg, 2002; 84–Am: 1541–51.
53. **Chien–Jen Hsu.Wei–Ning Chang.Chi–Yin Wong.**  
Surgical treatment of tibial plateau fracture in elderly patients.  
Arch Orthop Trauma Sur, 2001, 121:67–70.
54. **Sawsane el hasnaoui**  
Projet d'une banque d'os à Marrakech  
Université Cadi Ayyad ; FMPM, Thèse N 09 2008.
55. **Carlos Antônio Garrido. Author links open the author workspace.**  
Use of bioceramics in filling bone defects  
Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition) Volume 45, Issue 4, July–August 2010,  
Pages 433–438
56. **PC Pelsler**  
Controversies in the management of tibial plateau fractures  
SA orthop. j. vol.9 n.3 Pretoria Jan. 2010
57. **Yu B, Han K, Zhang C et al.**  
Treatment of tibial plateau fractures with high strength injectable calcium sulphate.  
Int Orthop 2009; 33: 1127–33.
58. **Yetkinler DN, McClellan RT, Reindel ES et al.**  
Biomechanical comparison of conventional open reduction and internal fixation versus calcium phosphate cement fixation of a central depressed tibial plateau fracture.  
J Orthop Trauma 2001; 15: 197–206

59. **K Ahmed Bayhass**  
Thèse pour obtention de doctorat en médecine : Application de la thérapie cellulaire dans le traitement des défauts de consolidation osseuse.  
Université Mohamed V, Faculté de Médecine et de Pharmacie– 2009
60. **Dr Mainard**  
Bone grafts  
Conférences d'enseignement 2009
61. **Brow K, Cruess R.**  
Bone and cartilage transplantation in orthopaedic surgery. J Bone Joint Surg 1982 ; 64A : 270–9.
62. **Craig GJ.**  
Early osteogenesis in compact bone isografts, : a quantitative study of the contributions of the different graft cells. Cal Tissue 1979 ; 29 : 225–31.
63. **Cruse PJ.**  
Incidence of wound infection on the surgical services. Surg Clin North Am 1975 ; 55 : 1269–75.
64. **Banwart JC, Asher MA, Hussanein RS.**  
Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation. Spine 1995 ; 20(9) : 1055–60
65. **Nodarian T(1), Sariali E, Khiami F, Pascal–Mousselard H, Catonné Y.**  
Iliac crest bone graft harvesting complications: A case of liver herniation  
1. Orthop Traumatol Surg Res. 2010 Sep;96(5):593–6. doi: 10.1016/j.otsr.2010.03.016.  
Epub 2010 Jul 17.
66. **Burstein FD, Simms C, Cohen SR, Work F, Paschal M.**  
Iliac crest bone graft harvesting techniques: comparison. Plast Reconstr Surg 2000;105:34–9.
67. **Kurz LT, Grafin SR, Booth RE.**  
Harvesting autogenous iliac bone grafts. Spine 1989;14(Suppl. 12):1324–31.
68. **Depalma AF.**  
Anterior interbody fusion for severe cervical disc degeneration. Surg Gynecol Obstet 1972;134:7558.
69. **Laurie SW.**  
Donor site morbidity after harvesting rib and iliac bone. Plast Reconstr Surg 1984;73:933–8.

70. **Fowler BL, Dall BE, Rowe DE.**  
Complications associated with harvesting autogenous iliac bone grafts. *Am J Orthop* 1995;24(Suppl. 12):895—903.
71. **Audela J, Bianchi A, Tibau R, Rodriguez-Cano O.**  
Hernia through iliac crest defects. *Int Orthop* 1995;19:367—9.
72. **Oldfield MD.**  
Iliac hernia after bone grafting. *Lancet* 1945;248:810—2.
73. **Challis JH, Lyttle JA, Stuart AE.**  
Strangulated lumbar hernia and volvulus following removal of iliac crest bone graft. *Acta Orthop Scand* 1975;46(Suppl. 2):230—3.
74. **Cowley PS, Anderson LD.**  
Hernias through donor sites for the iliac bone grafts. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65:1023—5.
75. **Rodriguez-Hermosa JI, Codina-Cazador A, Ruiz B, Roig J, Gironès J, Pujadas M, et al.**  
Risk factors for acute abdominal wall dehiscence after laparotomy in adults. *Cir Esp* 2005;77:280—6.
76. **Watters III WC, Levinthal R.**  
Anterior cervical discectomy with and without fusion. Results, complications and long-term follow-up. *Spine* 1994;19:2343—7.
77. **Boni M.**  
Traitement chirurgical des cervicarthroses. Révision à distance (2—13 ans) chez les premiers cas opérés par voie antérieure. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1982;68(Suppl. 4):269—80.
78. **Fernyhough JC.**  
Chronic donor site pain complicating bone graft harvesting from the posterior iliac crest for spinal fusion. *Spine* 1992;17:1474—80.
79. **Bloomquist DJ.**  
The posterior ilium as a donor site for maxillofacial bone grafting. *J Maxillofac Surg* 1980;8:60—4.
80. **Ahlmann E, Patzakis M, Roidis N, Shepherd L, Holtom P.**  
Comparison of anterior and posterior iliac crest bone grafts in terms of harvest-site morbidity and functional outcomes. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A(5):716—20.

81. **Scott W.**  
A method of procuring iliac bone by trephine curettage.  
J Bone Joint Surg Am 1949;31A:860.
82. **Kuhn DA, Moreland MS.**  
Complications following iliac crest bone grafting. Clin Orthop Relat Res 1986;209:224—6.
83. **Friend KD, Koval KJ, Mirovsky Y, Remer SS, Bloom N, Neuwirth MG.**  
Fracture of the iliac crest following bone grafting: case report and review of the literature.  
Bull Hosp Jt Dis 1995;54(1):49—51.
84. **Porchet F, Jaques B.**  
Unusual complications at iliac crest bone graft donor site: experience with two cases.  
Neurosurgery 1996;39(Suppl. 4):856—9.
85. **Riou JP, Cohen JR, Johnson H.**  
Factors influencing wound dehiscence.  
Am J Surg 1992;163:324—30.
86. **Albert A, Leemrijse T, Druetz V, Delloye C, Cornu O.**  
Are bone autografts still necessary in 2006 ? A three-year retrospective study of bone grafting.  
Acta Othop Belg 2006 ; 72 : 734-40.
87. **Buck BE, Malinin TI, Brown M.**  
Bone transplantation and human immunodeficiency virus ?. Clin Orthop 1989 ; 85 : 164-73.
88. **Mitton D, Rappaneau J, Bardonnnet R.**  
Effect of a supercritical CO<sub>2</sub>-based treatment on mechanical properties of human cancellous bone. Eur J Orthop Surg Traumatol 2005 ; 15 : 264-9.
89. **Stevenson S.**  
The immune response to osteochondral allografts in dogs.  
J Bone Joint Surg 1987 ; 69 : 5790. Stevenson S, Li XQ, Davy DT, Klein L, Goldberg NM.  
Critical biological determinants of incorporation of nonvascularized
90. **Stevenson S, Li XQ, Davy DT, Klein L, Goldberg NM.**  
Critical biological determinants of incorporation of nonvascularized
91. **Dumas A, Gaudin-Audrain C, Mabilieu G, Massin P, Hubert L, Baslé MF, et al.**  
The influence of processes for the purification of human bone allografts on the matrix surface and cytocompatibility. Biomaterials 2006 ; 27 : 4204-11 23.

92. **Vastel L, Masse C, Crozier E, Padilla F, Laugier P, Mitton D, et al.**  
Effect of gamma radiation on mechanical properties of defatted trabecular bone allografts assessed by speed of sound measurement. *Cell Tissue Bank* 2007 ; 8(3) : 205-10.
93. **Vastel L, Masse C, Mesnil P, Crozier E, Padilla F, Laugier P, et al.**  
Comparative ultrasound evaluation of human trabecular bone graft properties after treatment with different sterilisation procedures. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009 ; 90(1) : 430-7.3-82.
94. **Timothy T. Roberts and Andrew J. Rosenbaum**  
Bone grafts, bone substitutes and orthobiologics  
The bridge between basic science and clinical advancements in fracture healing *Organogenesis*.  
2012 Oct 1; 8(4): 114-124.
95. **Veitch SW**  
Compaction bone grafting in tibial plateau fracture fixation.  
*J Trauma*. 2010 Apr;68(4):980-3. doi: 10.1097/TA.0b013e3181b16e3d
96. **C F lord et al**  
Infection in bone allografts.  
*JBJS*, 1988; Vol 70-A, n°3
97. **Marie Hélène Bedoucha**  
La banque d'os: son utilisation dans un service de chirurgie orthopédique en centre hospitalier général.  
Thèse : médecine ; Poitiers (France) ; 1987 ; 1047
98. **P G Chapman**  
The bacteriology of bone allografts.  
*JBJS Br*, 1992; 74-B: 398-9
99. **E Ortiz cruz et al**  
The results of transplantation of intercalary allografts after resection of tumors; a long-Term, follow-up study.  
*JBJS Am* 1997; 79: 97-106
100. **B H Berrey et al**  
Fractures of allografts, frequencies, treatment and end results.  
*JBJS Am* 1990; 72: 825-833

- 101. Oztürkmen Y**  
Calcium phosphate cement augmentation in the treatment of depressed tibial plateau fractures with open reduction and internal fixation.  
Acta Orthop Traumatol Turc. 2010;44(4):262–9. doi: 10.3944/AOTT.2010.2406
- 102. Heikkilä JT**  
Bioactive glass granules: a suitable bone substitute material in the operative treatment of depressed lateral tibial plateau fractures: a prospective, randomized 1 year follow-up study.  
J Mater Sci Mater Med. 2011 Apr;22(4):1073–80. doi: 10.1007/s10856-011-4272-0.  
Epub 2011 Mar 23
- 103. Goff Thomas**  
Use of bone graft substitutes in the management of tibial plateau fractures.  
Injury. 2013 Jan;44 Suppl 1:S86–94. doi: 10.1016/S0020-1383(13)70019-6.
- 104. McNamara IR1, Smith TO**  
Surgical fixation methods for tibial plateau fractures.  
Cochrane Database Syst Rev. 2015 Sep 15
- 105. D. Simpson, J.F. Keating**  
Outcome of tibial plateau fractures managed with calcium phosphate cement.  
Orthopaedic Trauma Unit, Royal Infirmary of Edinburgh, Lauriston Place, Edinburgh EH3 9YW, UK. 2004.
- 106. Agence nationale d'accréditation et d'évaluation de la santé**  
Les substituts osseux.  
ANDEM/service d'évaluation technologique/avril 1997
- 107. Groupe de Recherche et d'Information sur l'Ostéoporose**  
Biomatériaux de substitution osseuse : réalités et perspective.  
XVème journée scientifique du GRIO (11/01/2002)  
<http://www.grio.org/journee/2002/chiron.php>
- 108. Bucholz RW et al**  
Intraporous hydroxyapatite as a bone graft substitute in tibial plateau fractures.  
Clin orthop relat res 1989.
- 109. Marti RK et al**  
Correction of lateral tibial plateau depression and valgus malunion of the proximal tibia.  
Open orthop traumatology 2017.

110. **Lesanianos N et al**  
The use of freeze-dried cancellous allograft in the management of impacted tibial plateau fractures 2008.
111. **Wang H et al**  
An improved reduction technique for depression fractures of lateral tibial plateau.  
Zhongguo xiu fu chong jian wai ke za zhi 2013
112. **Benoit B et al**  
Augmentation of tibial plateau fractures with trabecular metal of biomechanical study.  
J orthop surg 2009
113. **Feng W et al**  
The use of deep frozen and indicated bone allografts in the reconstruction of tibial plateau fractures.  
Cell tissue Bank 2013.
114. **Marscall B et al**  
Outcomes of schatzker II tibial plateau fracture open reduction internal fixation using structural bone allograft  
J orthop trauma. 2014 february;28(2):97
115. **J. F. Keating**  
Minimal internal fixation and calciumphosphate cement in the treatment of fractures of the tibial plateau. A pilot study  
The journal of bone and joint surgery 2003.
116. **Goff Thomas**  
Use of bone graft substitutes in the management of tibial plateau fractures. Injury. 2013 Jan;44 Suppl 1:S86-94. doi: 10.1016/S0020-1383(13)70019-6.
117. **P.Hardy p.beaufils x.cassard f.handelberg d.mole p.boisrenoult d.hannouche,dchauveaux**  
Traitement arthroscopique des fractures des plateaux tibiaux,  
Rev Chirg Orthop, 2003 , 89.
118. **J-Y De La Caffiniere**  
Traitement des fractures bitubérositaires complexes du plateau tibial par plaque diaphyso épiphysaire semi-circulaire antérieure.  
Rev Chirg Orthop, 1997, 83(8).
119. **Bekkali.Y**  
Traitement des fractures des plateaux tibiaux par visage percutané(contrôle fluoroscopique).  
Thèse Méd casa, 2005, n°356

# قسم الطبيب

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف

والأحوال باذلة وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلة رعايتي الطبية للقريب والبعيد،

للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنني، وأكون أخاً لكل زميل في المهنة

الطبية متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سرّي وعلانيتي، نقيّة مما يُشِينها تجاه

الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيدا

أطروحة رقم 002

سنة 2019

# العلاج الجراحي لكسور سطوح الضنايب بواسطة تقنية "السقالات" (دراسة استطلاعية)

## الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2019/01/08

من طرف

**الأنسة سميرة التداوي**

المزودة في 17 أكتوبر 1991 اولاد التايمة

**لنيل شهادة الدكتوراه في الطب**

**طبية داخلية في مستشفى محمد السادس**

## الكلمات الأساسية:

كسر هضبة الظنوب - كسر منخسف - تقنية السقالات

## اللجنة

الرئيس

**ح. السعيدي**

السيد

المشرف

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

**ع. عبكري**

السيد

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

**م. أغوتان**

السيد

أستاذ في جراحة الأطفال

**م. أ. بنهيمه**

السيد

أستاذ مبرز في جراحة العظام والمفاصل

الحكام