



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2018

Thèse N° 207/18

**RÉSULTATS DE L'OSTEOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION PAR OUVERTURE
INTERNE DANS LE TRAITEMENT DE LA GONARTHROSE SUR GENOU VARUM
(à propos de 20 cas)**

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 26/10/2018

PAR

Mlle. MEKKAOUI NOUR-EL HOUDA

Née le 07 SEPTEMBRE 1993 à NADOR

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLES :

Ostéotomie tibiale de valgisation – Ouverture interne – Gonarthrose – Genou varum

JURY

M. BOUTAYEB FAWZI..... PRÉSIDENT
Professeur Traumatologie-orthopédie

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

Mme. CHATER LAMIAE.....
Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique } JUGES

M. DERKAOUI ALI
Professeur agrégé d'Anesthésie réanimation

PLAN

PLAN	1
LISTE DES ABREVIATIONS	11
INTRODUCTION	13
RAPPEL ANATOMIQUE DU GENOU	16
I. DEFINITION DE L'ARTICULATION DU GENOU	17
II. OSTEOLOGIE DU GENOU	18
1. Extrémité inférieure du fémur	18
1.1. La surface patellaire (la trochlée)	18
1. 2. Les condyles fémoraux	19
2. La rotule	21
3. L'extrémité proximale du tibia.....	21
3.1. La partie supérieure	21
3.2. La partie antérieure	23
3.3. La partie postérieure	23
3.4. La partie médiale.....	23
3.5. La partie latérale	24
III. LES MENISQUES	25
IV. MOYENS D'UNION : FORMATIONS CAPSULO-LIGAMENTAIRES ET MUSCULAIRES.	26
1. Capsule	26
2. La synoviale	26
3. Les ligaments	27
3.1. Ligaments croisés du genou	27
3.2. Ligaments collatéraux	29
3.3. Le plan fibreux postérieur	29
4. les rapports musculaires	30
V. VASCULARISATION-INNervation	31
1. Les artères	31
2. Les nerfs	31

LA BIOMECHANIQUE DU GENOU	33
I. LES AXES DU MEMBRE INFERIEUR	34
1. Les axes anatomiques	34
2. Les axes mécaniques	35
3. Les axes et angles d'orientations articulaires	36
II. STABILITE ET STATIQUE DU GENOU	38
1. Plan frontal.....	38
1.1. Articulation fémoro–tibiale	38
1.2. L'articulation fémoro–patellaire.....	40
2. Plan sagittal	41
3. Plan horizontal	42
3.1. Au niveau de la fémoro–tibial.....	42
3.2. Au niveau de la fémoro–patellaire	42
III. LA THEORIE DES ECARTS VARISANTS	44
1. Définition des écarts varisants	44
1.1. L'écart varisant extrinsèque (EVE)	44
1.2. L'écart varisant intrinsèque (EVI)	44
1.3. L'écart varisant global (EVG)	45
IV. INTERET DE L'ECART VARISANT	45
V. LE GENU VARUM	47
1. Conséquences sur le compartiment fémoro–tibial interne	47
2. Conséquences sur le complexe capsulo–ligamentaire	47
3. Conséquences sur l'articulation fémoro–patellaire	48
VI . EQUILIBRE MUSCULAIRE	49
1. Le quadriceps	49
2. Les ischio–jambiers	49
3. Les co–contractions	49
VII. L'UTILISATION DU GENOU LORS DE LA MARCHE.....	50

1. Dans le plan sagittal	50
2. Dans le plan frontal	50
LA GONARTHROSE SUR GENOU VARUM	51
I. EPIDEMIOLOGIE	52
1. Fréquence	52
2. Sexe	52
3. Age	52
II. ANATOMOPATHOLOGIE	52
III. ETIOLOGIES	53
IV. CLINIQUE	54
1. Les troubles fonctionnels	54
1.1. La douleur	54
1.2. Diminution de la mobilité	54
1.3. L'instabilité	54
2. Examen clinique	55
2.1. Le malade debout dévêtu	55
2.2. Le malade marchant	55
2.3. Le malade couché	55
V. ETUDE RADIOLOGIQUE	56
1. Bilan radiologique	56
1.1. Cliché du genou en charge de face	56
1.2. Cliché du genou de profil strict	56
1.3. Pangenogramme bipodal	59
1.4. Incidences fémoro-patellaires	63
1.5. Epreuves dynamiques	64
2. Classifications de l'arthrose fémoro-tibiale	64
2.1. Classification d'AHLBACH	64
3. Classification de l'arthrose fémoro-patellaire	66

LE TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA GONARTHROSE	67
I. L'ARTHROSCOPIE	68
II. LES OSTEOTOMIES.....	68
1. Historique	69
2. Les différentes techniques de l'ostéotomie tibiale de valgisation	69
2.1. Ostéotomie d'ouverture interne	70
2.2. Ostéotomie d'ouverture progressive : hémicallotasis	75
2.3. Ostéotomie tibiale de fermeture externe	77
2.4. Ostéotomie curviline	78
3. Les suites post-opératoires d'une ostéotomie tibiale de valgisation	80
III. PROTHESES UNICOMPARTIMENTALES	81
IV. PROTHESE TOTALE	82
LES COMPLICATIONS DE L'OSTEOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION	84
1. La rupture de la charnière externe.....	85
2. Les fractures peropératoires	85
3. La lésion du nerf sciatique poplité externe	85
4. Les complications thromboemboliques	86
5. L'infection du site opératoire	86
6. Le syndrome des loges	86
7. La nécrose cutanée	86
8. Démontage du matériel d'ostéosynthèse	87
9. La raideur articulaire	87
10. L'algodystrophie	87
11. Retard de consolidation et pseudarthrose	87
12. Défaut de correction	88
13. La perte de correction	88
14. L'hypercorrection et la dégradation du compartiment externe	88
MATERIELS ET METHODES.....	89

I. MATERIELS	90
1. Critères d'inclusion	90
2. Critères d'exclusion	91
II. METHODE D'EVALUATION	91
III. APPRECIATION DES RESULTATS	98
1. Recul	98
2. Résultats	98
RESULTATS	103
ET ANALYSES	103
I. RESULTATS EPIDEMIOLOGIQUES	104
1. L'âge	104
2. le sexe	105
3. Côté atteint	105
4. les facteurs étiologiques.....	106
II. RESULTATS CLINIQUES	110
1. Signes fonctionnels	110
2. L'examen clinique	113
2.1. L'inspection	113
2.2. la palpation	115
2.3. Examen locorégional	116
III. RESULTATS RADIOLOGIQUES	117
1. Bilan réalisé	117
2. Résultats	117
2.1. Arthrose fémoro-tibiale	117
2.2. La déviation angulaire	119
2.3. L'arthrose fémoro-patellaire	122
IV. TRAITEMENT	123
1. Bilan pré-opératoire	123

2. Type d'anesthésie	123
3. Installation du patient	124
4. Voie d'abord	124
5. Déroulement de l'intervention	125
6. Le comblement	128
7. Type de l'ostéosynthèse	128
8. Contrôle radiologique post-opératoire	130
9. Les suites post-opératoires	132
10. Ablation du matériel	133
V. RESULTATS GLOBAUX	135
1. Recul	135
2. Résultats cliniques	135
2.1. Appréciation de la douleur	135
2.2. Appréciation de la mobilité articulaire	136
2.3. Appréciation de la marche	138
2.4. Score IKS	139
3. Résultats radiologiques	141
3.1. La consolidation	141
3.2. la déviation angulaire post-opératoire.....	143
3.3. L'arthrose fémoro-tibiale	145
3.4. L'arthrose fémoro-patellaire	146
3.5. Pente tibiale	146
3.6. Hauteur rotulienne	147
VI. LES COMPLICATIONS	149
1. Les complications précoces	149
2. Les complications secondaires	150
3. les complications tardives	150
VII. Satisfaction	151

VIII. Reprise d'activités	151
IX. La reprise	151
CAS CLINIQUES	152
DISCUSSION.....	161
I. DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES	162
1. Age	162
2. Sexe	164
3. côté atteint	166
4. Facteurs étiologiques	167
4.1. Antécédents traumatiques du genou	167
4.2. Obésité	167
4.3. Etiologies	169
II. DONNEES CLINIQUES.....	171
1. La douleur.....	171
2. La marche	171
3. La mobilité	172
4. La stabilité	172
III. DONNEES RADIOLOGIQUES	174
1. Bilan réalisé.....	174
2. Résultats	175
2.1. Arthrose fémoro-tibiale interne.....	175
2.2. La déviation angulaire ou varus initial	176
IV. DONNEES THERAPEUTIQUES	178
1. Notre choix de l'ouverture médiale	178
2. La correction du varus	180
2.1. L'importance de correction.....	180
2.2. Le calcul de correction.....	180
3. Voie d'abord	184

4. Le comblement.....	185
5. L'ostéosynthèse	188
V. RESULTATS DE L'OSTEOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION PAR ADDITION INTERNE	193
1. Les résultats cliniques	193
1.1. Sur la douleur	193
1.2. Sur la marche	195
1.3. Sur la mobilité	196
1.4. Résultats globaux	196
2. Les résultats radiologiques	201
2.1. La consolidation	201
2.2. La correction angulaire	202
2.3. évolution de l'arthrose fémoro-tibiale	205
2.4. Evolution de l'arthrose F-P	206
2.5. Retentissement sur la pente tibiale	207
2.6. Retentissement sur la hauteur rotulienne	209
VI. LES COMPLICATIONS DE L'OSTEOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION	211
1. La rupture de la charnière externe.....	211
2. Fractures peropératoires	212
3. La lésion du nerf sciatique poplité externe	213
4. Complications thromboemboliques	214
5. Infection avec arthrite septique	214
6. Syndrome des loges	215
7. La nécrose cutanée	216
8. Démontage du matériel d'ostéosynthèse	216
9. La raideur articulaire	216
10. L'algodystrophie	217
11. Retard de consolidation et pseudarthrose	218
VII. Future et perspectives de l'ostéotomie de valgisation par addition interne.....	219

CONCLUSION	221
RESUMES	223
BIBLIOGRAPHIE.....	227

LISTE DES ABREVIATIONS

A F T I	: arthrose fémoro_tibiale interne.
CAO	: chirurgie assistée par ordinateur
DA	: Déviation angulaire.
DAC	: Déviation angulaire corrigée.
DAM	: Déviation angulaire mesurée.
DAP	: Déviation angulaire physiologique.
EVE	: Ecart varisant extrinsèque.
EVG	: Ecart Varisant Global.
EVI	: Ecart varisant intrinsèque.
EVS	: Echelle verbale simple.
F-T	: Fémoro-tibiale
F-P	: Fémoro-patellaire
GN	: genu varum.
HBPM	: Héparine de bas poids moléculaire.
HTA	: Hypertension artérielle.
IKS	: International knee society.
LLI	: Ligament latéral interne.
IMC	: Indice de la masse corporelle.
OTV	: Ostéotomie tibiale de valgisation.
OTVI	: Ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne
PM	: Périmètre de la marche
Pré-op	: Pré-opératoire
Post-op	: post-opératoire

PT	: Pente tibiale
PTG	: Prothèse totale du genou.
PUC	: Prothèse Uni- compartimentale.
SOFCOT	: Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique.
TCK	: Temps de céphaline kaolin.
TP	: Taux de prothrombine.
TTA	: Tubérosité tibiale antérieure.

INTRODUCTION

L'arthrose est une maladie dégénérative du cartilage qui touche le sujet âgé, affectant moins de 1 % des individus entre 25 et 34 ans, sa prévalence passe à 30 % dans la tranche d'âge supérieure à 75 ans [1]. La gonarthrose est la localisation arthrosique la plus fréquente [2], elle est, dans la grande majorité des cas, secondaire à un trouble mécanique, soit constitutionnel (genu varum congénital), soit acquis (cal vicieux diaphysaire fémoral ou tibial, séquelle d'une fracture intra-articulaire). La gonarthrose primitive sur genu axé est beaucoup plus rare (maladie du cartilage, chondrocalcinose) [2].

Le traitement chirurgical des gonarthroses peut être conservateur (chirurgie arthroscopique, ostéotomies), ou prothétique par remplacement articulaire (arthroplastie unicompartmentale ou tricompartmentale).

Présentée par **Jackson et Waugh [3]** en 1961, L'ostéotomie tibiale de valgisation est une technique chirurgicale de traitement de la gonarthrose sur genu varum. Elle s'inscrit dans le cadre des traitements conservateurs qui visent à ralentir l'évolution de la maladie. Son concept est basé sur la mise en décharge du compartiment fémorotibial interne au profit du compartiment fémorotibial externe.

De très nombreuses études ont évalué depuis plus de 30 ans le bénéfice de cette intervention dont on reconnaît les effets antalgiques et protecteurs vis-à-vis de la gonarthrose à long terme. Il existe d'ailleurs plusieurs sortes d'ostéotomie tibiale de valgisation encore couramment employées: ouverture interne, soustraction externe, curviplane, hémicallotasis.

Les objectifs de l'ostéotomie tibiale de valgisation sont de trois ordres:

- Réduire la douleur de la gonarthrose par transfert de charges de poids du compartiment interne vers le compartiment latéral qui est relativement peu affecté dans les genoux en varus.

- Ralentir l'évolution de la gonarthrose et retarder la nécessité d'un remplacement du genou par une prothèse.
- Préparation d'un membre bien axé pour une éventuelle chirurgie prothétique.

Notre étude a comme objectif : l'évaluation des résultats cliniques et radiologiques des ostéotomies tibiales de valgisation par ouverture interne dans la gonarthrose, en étudiant rétrospectivement 20 cas de gonarthrose sur genu varum, opérés par cette technique au sein du service de traumatologie orthopédique 'A' du centre hospitalier universitaire Hassan II de Fès , sur une période s'étalant entre le 1^{er} janvier 2007 et le 1^{er} janvier 2018.

RAPPEL ANATOMIQUE DU GENOU

I. DEFINITION DE L'ARTICULATION DU GENOU :

Le genou est l'articulation du membre inférieur qui réunit l'extrémité inférieure du fémur, l'extrémité supérieure du tibia et la rotule, formant deux articulations secondaires: l'articulation fémoro-tibiale et l'articulation fémoro-patellaire.

- L'articulation fémoro- tibiale, peu congruente car constituée de deux condyles convexes et des plateaux tibiaux ; l'interne concave et l'externe convexe.
- L'articulation fémoro-patellaire, plus congruente telle le système de la corde dans une poulie (la rotule et le système extenseur dans la trochlée fémorale).

La stabilité de ce complexe articulaire est assurée par les formations capsulo-ligamentaires et musculaires.

La congruence est améliorée par les ménisques qui sont de véritables amortisseurs et qui seront lésés dès la phase de début de l'arthrose.

Le fonctionnement du genou est complexe. Cette articulation doit en effet être mobile tout en restant stable, les mouvements du genou sont essentiellement des mouvements de flexion, et des mouvements d'extension, s'y associe un mouvement de rotation [4].

II. OSTEOLOGIE DU GENOU :

1. Extrémité inférieure du fémur :

Elle est volumineuse, composée de deux condyles reliés en avant par la trochlée et séparés l'un de l'autre en arrière par une échancrure, la fosse intercondyloire.

1.1. La surface patellaire (la trochlée) :

La trochlée fémorale, est située à la face antérieure de l'épiphyse distale du fémur, elle est formée de deux joues séparées par une gorge ; la joue latérale étant plus saillante que la joue médiale. La trochlée et la rotule ou patella forment l'articulation fémoropatellaire.

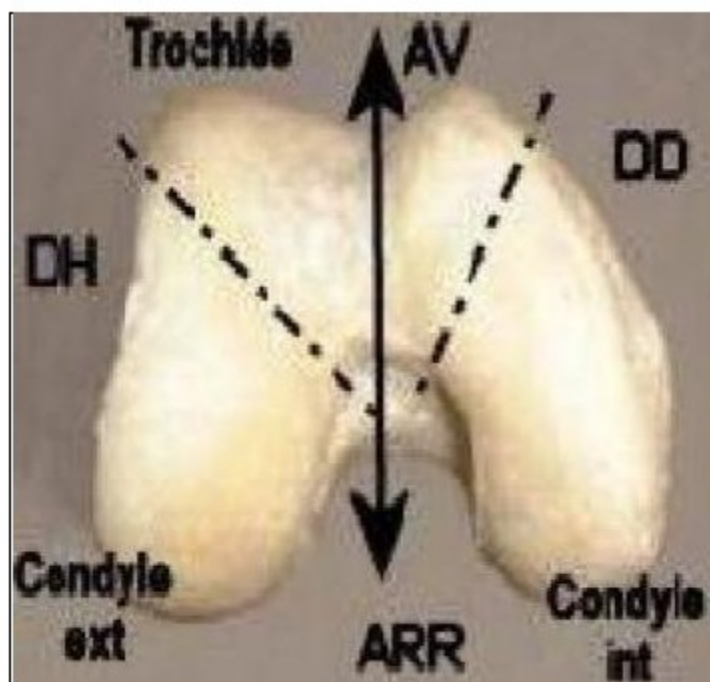


Figure 1 : Vue inférieure de la trochlée [5]

1.2.Les condyles fémoraux :

Ils forment deux masses, latérales et postérieures par rapport à la surface patellaire, ils sont constitués par :

- Le condyle médial, allongé et étroit.
- Le condyle latéral, court et large

Ils sont réunis en arrière par la fosse inter condylienne.

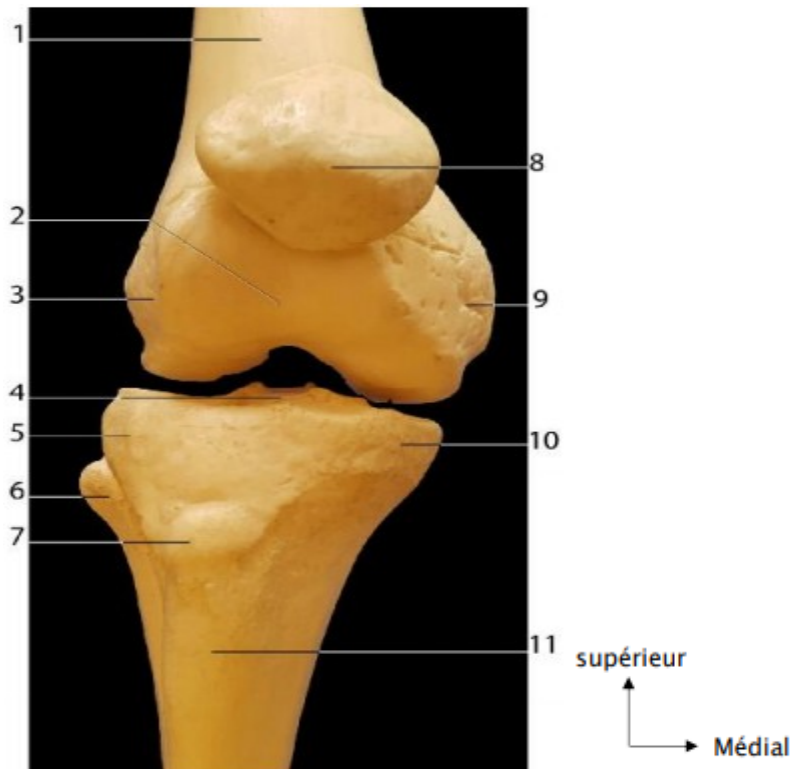


Figure 2 : vue antérieure de l'articulation du genou droit [6]

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. femur | 7. Tubérosité du tibia |
| 2. Surface patellaire du fémur | 8. Rotule (dévié en haut rotation 180°) |
| 3. Epicondyle latéral du fémur | 9. Epicondyle médial du fémur |
| 4. Epine du tibia | 10. Condyle médial du tibia |
| 5. Condyle latéral du tibia | 11. Corps du tibia |
| 6. Tête du périoné | |

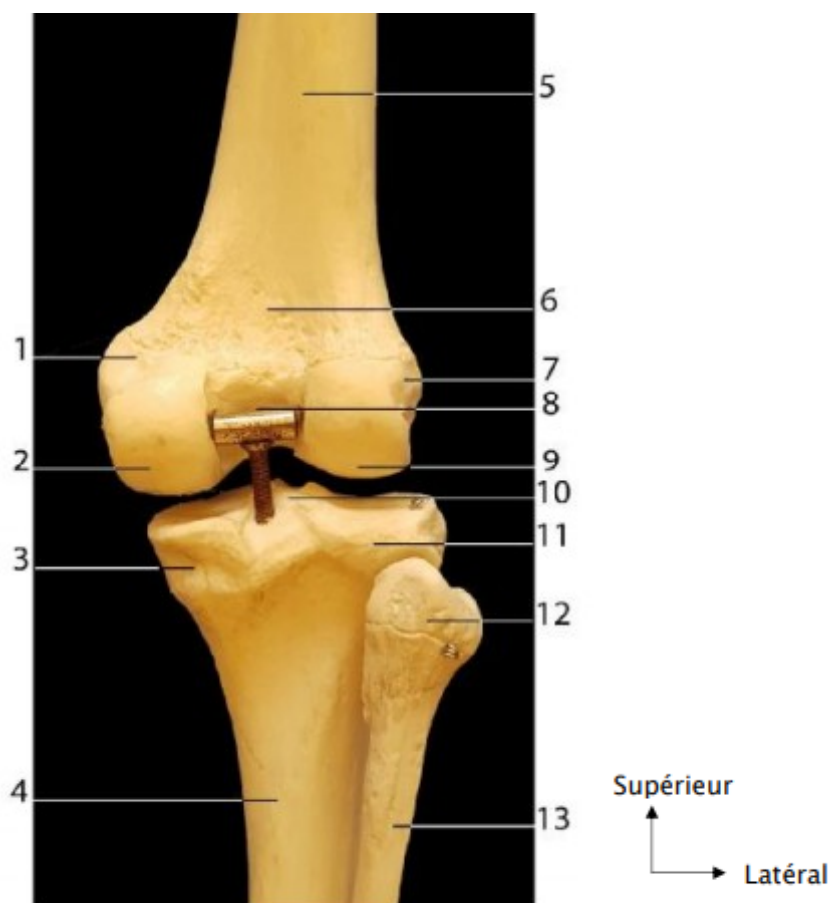


Figure 3 : Vue post de l'articulation du genou [6]

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1 : Epicondyle médial du fémur | 8 : Foss inter-condylienne du fémur |
| 2 : Condyle médial du fémur | 9 : Condyle latéral du fémur |
| 3 : Condyle médial du tibia | 10 : Epine du tibia |
| 4 : Corps du tibia | 11 : Condyle latéral du tibia |
| 5 : Fémur | 12 : Tête du péroné |
| 6 : Surface poplitée du fémur | 13 : Péroné |
| 7 : Epicondyle latéral du fémur | |

Les faces latérales ne sont pas articulaires et présentent deux saillies qui donnent insertion aux structures tendino – ligamentaires :

- En externe : ligament latéral externe, l'aileron externe, le muscle poplité, le fascia-lata, et la capsule.
- En arrière : le jumeau externe.
- En interne : ligament latéral interne, l'aileron interne, le semi-membraneux, le grand adducteur, le jumeau interne et la capsule.

2. La rotule :

C'est un os court, triangulaire, compris dans l'épaisseur du tendon quadriceps, participe à l'articulation du genou par sa face postérieure dont la partie supérieure (3/4 de la rotule) est subdivisée par une crête mousse en deux facettes :

- Une externe : répond à la joue externe de la trochlée.
- L'autre interne : répond à la joue interne de la trochlée. Le quart inférieur de la face postérieure de la rotule n'est pas articulaire.

3. L'extrémité proximale du tibia [5]:

L'extrémité proximale du tibia est volumineuse, quadrangulaire, allongée transversalement et légèrement déjetée en arrière. Son volume est au moins le double que l'extrémité inférieure et beaucoup plus étendue transversalement que d'avant en arrière. Destinée à s'articuler avec les condyles fémoraux pour former l'articulation du genou. On lui décrit cinq parties:

3.1. La partie supérieure:

Le plateau tibial comporte deux surfaces articulaires, les cavités glénoïdes séparées par une surface en sablier non articulaire, l'air intercondyloire.

Les cavités glénoïdes interne et externe s'articulent avec les condyles fémoraux.

Elles sont presque planes : de profil la cavité glénoïde médiale est un peu concave alors que la cavité latérale est un peu convexe.

Les surfaces tibiales ne s'adaptent donc pas aux condyles, et la concordance est obtenue par interposition des ménisques.

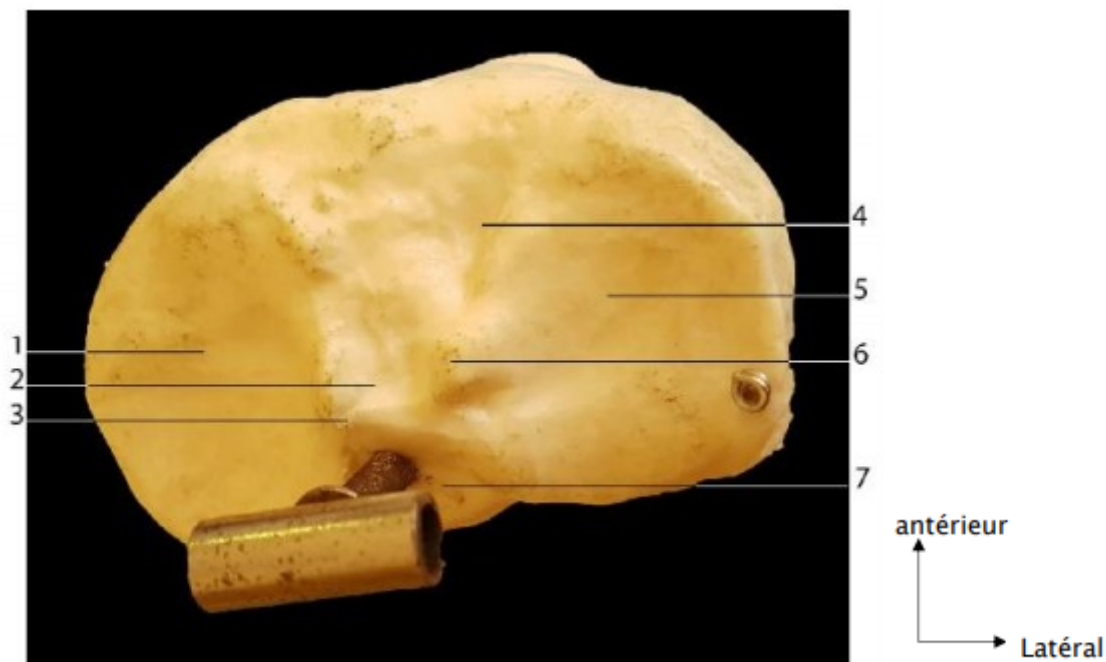


Figure 4 : Extrémité supérieure du tibia droit (vue supérieure) [6]

1. Condyle médial du tibia
2. Epine du tibia (éminence inter-condylienne)
3. Tubercule inter-condylienne droite
4. Aire inter-condylienne antérieure
5. Condyle latéral du tibia
6. Tubercule inter-condylienne gauche
7. Aire inter-condylienne postérieure

3.2. La partie antérieure:

La partie antérieure est caractérisée par une surface triangulaire à pointe inférieure qui aboutit à une importante proéminence: c'est la tubérosité antérieure du tibia où prend fin le ligament rotulien.

3.3. La partie postérieure:

- Est large en haut, se rétrécit à sa partie moyenne, pour s'élargir de nouveau en bas.
- Elle présente : A l'union du 1/3 supérieur et des 2/3 inférieurs : la ligne oblique (insertion du muscle soléaire) qui est oblique en bas et en dedans.
- Au-dessus de la ligne oblique : Une surface triangulaire qui donne insertion au muscle poplité.

3.4. La partie médiale:

La face médiale de l'extrémité proximale du tibia est lisse, et légèrement convexe, elle présente deux champs rugueux:

- l'un, postérieur, pour le ligament latéral interne du genou.
- l'autre, antérieur, il répond à l'insertion des muscles de la patte d'oie, qui regroupe trois tendons : muscle sartorius, muscle gracile, et le muscle semi-tendineux.

Ces 3 muscles sont tendus de l'os coxal au tibia et ont une insertion différente, une innervation différente mais une insertion commune sur la face médiale du tibia : crête de la patte d'oie.

- Sartorius : plan superficiel de la loge antérieure
- Gracile : loge médiale
- Semi-tendineux : loge postéro-latérale



Figure 5 : Terminaison des muscles de la patte d'oie [5]

1. Rotule
2. Muscle sartorius
3. Muscle gracile
4. Muscle semi-tendineux

3.5. La partie latérale:

La partie latérale comprend la tubérosité externe du tibia qui supporte la cavité glénoïde correspondante et présente en arrière la surface articulaire avec le péroné et en avant une saillie: le tubercule de Gerdy où s'insèrent les muscles tenseur du fascia-lata et jambier antérieur.

III. LES MENISQUES :

Ce sont deux fibrocartilages semi-lunaires qui viennent s'interposer au niveau du genou dans l'articulation bicondylienne fémoro- tibiale. Au nombre de 2 : externe et interne.

Les deux ménisques ont leurs insertions tibiales au niveau d'une corne antérieure et d'une autre postérieure. Ils contribuent par leur situation intra articulaire et par leur connexion avec les structures ligamentaires à la constitution d'un véritable appareil ménisco-ligamentaire. Ils jouent par ce fait un rôle essentiel dans la cinématique, l'amortissement, la lubrification et la stabilité du genou.

Le ligament méniscal transverse unit les deux cornes antérieures des deux ménisques.

Les cornes antérieures des deux ménisques sont reliées aux bords latéraux de la rotule par les ligaments ménisco-rotuliens de Pauzat.

IV. MOYENS D'UNION : FORMATIONS CAPSULO-LIGAMENTAIRES ET MUSCULAIRES.

1. Capsule

C'est un manchon fibreux cylindrique fémoro-tibial interrompu en avant par la rotule, latéralement par les ménisques et en arrière par les ligaments croisés. Elle borde le cartilage articulaire de la rotule et du fémur et contourne la fossette sus-trochléenne. Elle forme sur la face postérieure des condyles les coques condyliennes unies aux muscles jumeaux qui s'y insèrent. Elle est renforcée par des éléments fibreux: ligament ménisco-rotulien et ailerons rotuliens.

2. La synoviale :

La plus étendue de toutes les synoviales articulaires. Elle tapisse la face profonde de la capsule et se réfléchit le long de son insertion pour s'étendre jusqu'au pourtour du cartilage. Sa partie réfléchie forme un cul de sac autour des surfaces articulaires sauf sur la rotule où la synoviale se termine avec la capsule au bord du cartilage.

On la subdivise en 3 étages :

- Le supérieur sus rotulien ou cul de sac quadricipital, communique avec la bourse séreuse sous quadricipitale.
- Le moyen latéro-rotulien interne et externe: sur la face latérale des condyles.
- L'inférieur, recouvre le paquet adipeux situé en arrière de la facette inférieure non articulaire de la rotule, en arrière du tendon rotulien.

3. Les ligaments :

3.1. Ligaments croisés du genou :

Logés dans l'échancrure intercondylienne, au centre de l'articulation du genou. Ils sont au nombre de deux et constituent le pivot central de l'articulation. Ces ligaments croisés jouent un rôle essentiel dans la stabilité et la cinématique du genou, et cela se fait en synergie avec les structures périphériques et les muscles.

- Le ligament croisé antérieur : s'insère, sur le tibia au niveau de la surface pré-spinale et sur le fémur au niveau de la partie postérieure de la face intercondylienne du condyle fémoral. Il présente un trajet oblique en haut, en arrière et en dehors.
- Le ligament croisé postérieur : s'attache sur la partie postérieure de la surface rétrospinale du tibia en bas, et en haut sur la face intercondylienne du condyle fémoral médial. Son trajet est oblique en avant, en haut et en dedans.

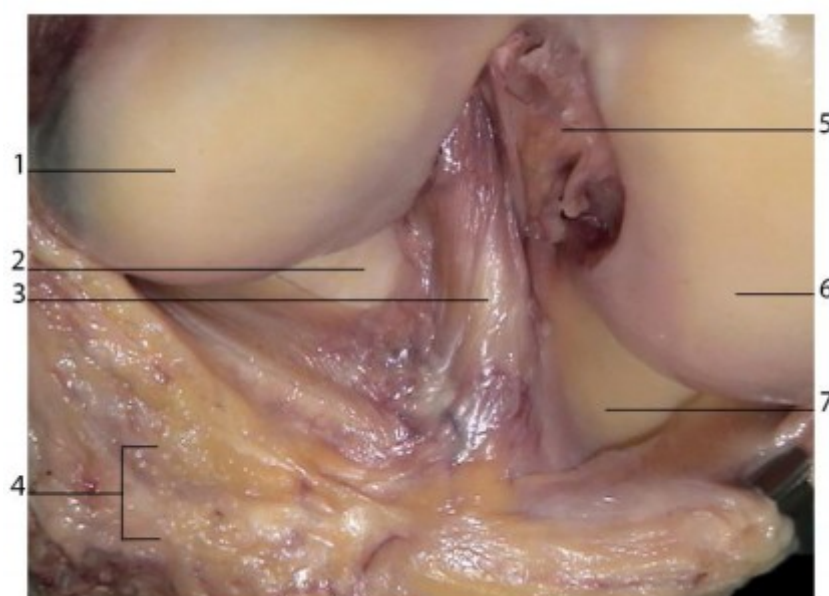


Figure 6 : vue antérieure montrant les ligaments croisés du genou [6]

1. Condyle latéral du fémur
2. Ménisque latéral de l'articulation du genou
3. Ligament croisé antérieure
4. Corps adipeux infra patellaire
5. Ligament croisé postérieur
6. Condyle médian du fémur
7. Ménisque médial de l'articulation du genou

3.2. Ligaments collatéraux :

Représentés par le ligament collatéral tibial (ligament latéral interne) en dedans et le ligament collatéral fibulaire (ligament latéral externe) en dehors, tous deux sont puissants et résistants, unissant le fémur aux os de la jambe. Ils jouent un rôle important dans la stabilité latérale du genou.

- Le ligament latéral externe est extra capsulaire. Il surcroise le tendon du poplité qui est intra articulaire (hiatus), s'insère sur le tubercule condylien et se dirige en bas et arrière vers la tête de la fibula.
- Le ligament latéral interne avec ses deux segments : le profond fémoro-ménisco-tibial doublé par un faisceau superficiel blanc nacré étalé en éventail, formé de deux portions : la postérieure aux fibres verticales et l'antérieure aux fibres obliques en bas en avant.

3.3. Le ligament antérieur :

Il est interrompu par la patella, il est constitué par: en haut, le tendon du muscle quadriceps fémoral (tendon quadricipital), en bas, par le ligament patellaire (tendon rotulien), latéralement par les expansions des muscles vastes et de leurs fascias.

3.4. Le plan fibreux postérieur:

Il est constitué par deux ligaments.

- Le ligament poplité oblique médial: c'est en fait le tendon récurrent du muscle semi-membraneux.
- Le ligament poplité arqué latéral: c'est une arcade fibreuse sous laquelle s'engage le muscle poplité.

4.les rapports musculaires :

Ce sont les muscles qui contribuent à la stabilité articulaire par leurs terminaisons tendineuses:

- En avant : le tendon du quadriceps qui se continue par le ligament rotulien.
Ainsi se trouve formé le système extenseur du genou composé : du muscle quadriceps, la patella et les tendons rotulien et du quadriceps.
- En arrière : le demi membraneux, le biceps crural et le poplité.
- Médialement : les muscles de la « patte d'oie » (couturier ou sartorius, le droit interne ou gracile et le demi tendineux)
- Latéralement : l'expansion du muscle tenseur du fascia lata.

V. VASCULARISATION-INNervation :

1. Les artères :

La vascularisation du genou ainsi que des muscles adjacents est assurée par l'artère poplitée ; qui fait suite à l'artère fémorale au-dessus de l'épicondyle médial du fémur. Elle descend suivant une ligne médiane dans le creux poplitée. Elle se termine en un point de division situé sur l'arcade du muscle solaire. Les deux branches de division sont destinées à la jambe. il s'agit des artères tibiales, antérieures et postérieures.

Les branches collatérales de l'artère poplitée sont destinées à vasculariser le genou, on distingue :

- L'artère supéro-externe du genou.
- L'artère supéro-interne du genou.
- L'artère moyenne du genou.
- L'artère inféro-externe du genou.
- L'artère supéro-interne du genou.
- Les artères jumelles ou artères surales destinées aux deux muscles jumeaux
- Des rameaux artériels destinés aux téguments de la région du genou.
- Les artères musculaires destinées aux muscles demi-tendineux, demi-membraneux et poplitée.

2. Les nerfs :

Les nerfs articulaires issus de plusieurs sources sont destinés aux différentes faces du genou :

- Face antérieure : branche rotulienne de la saphène interne (crurale),
- Face interne : nerf du vaste interne (crural) et branche superficielle de l'obturateur

- Face externe : nerfs du court biceps (grand sciatique) nerf artculaire d'Arnold (sciatique poplitée externe),
- Face postérieure : 3 rameaux du sciatique poplitée interne et branche profonde de l'obturateur.

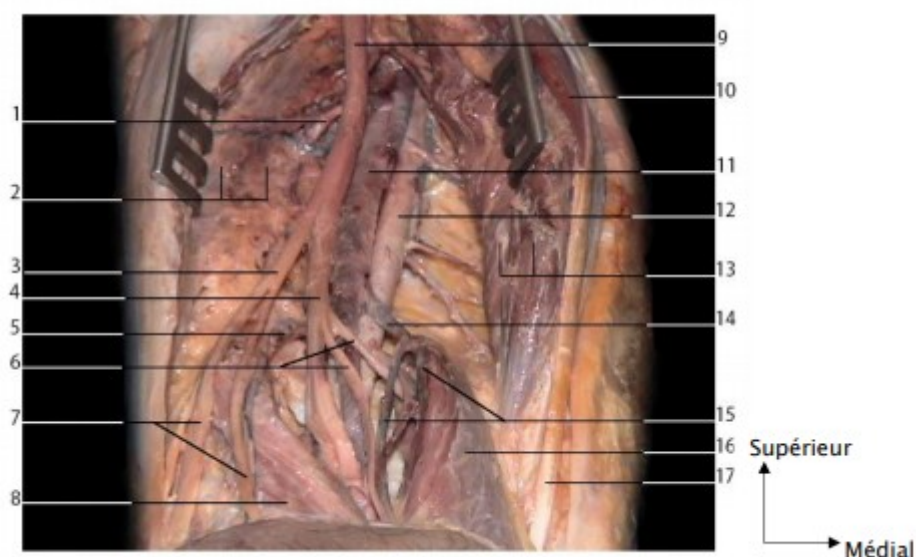


Figure 7: Vue postérieure de la région poplitée montrant le pédicule vasculo-nerveux [6]

- | | |
|---|--|
| 1. Artère supéro-latérale du genou | 10. Muscle gracile |
| 2. Chef latéral du muscle gastrocnémien | 11. Veine poplitée |
| 3. Nerf péronier commun | 12. Artère poplitée |
| 4. Nerf tibial | 13. Chef médian du muscle gastrocnémien |
| 5. Veine surale | 14. Petite veine saphène |
| 6. Nerf cutané sural médian | 15. Rameaux de la petite veine saphène |
| 7. À droite : nerf cutané sural latéral | 16. Muscle soléaire – à gauche : nerf péronier superficiel |
| 8. Muscle plantaire | 17. Tendon du muscle demi-tendineux |
| 9. Nerf sciatique se divisant en ses deux rameaux | |

LA BIOMECHANIQUE DU GENOU

Sur le plan biomécanique, l'articulation du genou est certainement l'une des plus complexes des articulations chez l'homme, il convient de retenir l'importance des éléments qui conditionnent les contraintes sur les différents compartiments articulaires de l'articulation, ce qui permet de mieux appréhender la pathologie dégénérative.

I. LES AXES DU MEMBRE INFÉRIEUR :

Les axes mécaniques et anatomiques du fémur ne sont pas parallèles et sont angulés de 7°. L'axe fémoral anatomique coupe l'axe de l'articulation du genou médialement de 10 mm (4– 16 mm), aux environs de l'épine tibiale médiale. L'axe anatomique du tibia est parallèle et légèrement médial à l'axe mécanique du tibia. Le parallélisme des axes anatomiques signifie que les angles MPTA (médial proximal tibial et mécanique angle) et LDTA (latéral distal tibial angle) sont toujours identiques.

1. Les axes anatomiques :

L'axe anatomique d'un os long est la droite médio-diaphysaire. Le grand cliché en charge des membres inférieurs permet de déterminer les centres de la hanche, du genou et du sommet de la mortaise (Figure 8) .

L'approximation genou débute en traçant les lignes tangentes aux condyles fémoraux et aux plateaux tibiaux, ainsi que la tangente au plafond de la mortaise. Ensuite, les limites osseuses latérales et médiales sont déterminées, en ne tenant pas compte des ostéophytes, notamment au fémur. Les centres du genou et de la formation mortaise sont alors déterminés. Comme les centres de lignes fémorales et tibiales ne sont pas identiques, il faut considérer la valeur moyenne comme le centre du genou.

Tous les points de référence doivent être déterminés avec la plus grande précision.

[13]



Figure 8 : Détermination des centres de la hanche, du genou et du sommet de la mortaise [13].

2. Les axes mécaniques :

La droite joignant le centre de la tête fémorale au milieu du plafond de la mortaise donne l'axe mécanique du membre inférieur (Figure 9). Physiologiquement, celui-ci coupe l'articulation du genou à environ 5 mm médialement du centre de l'articulation, à travers l'épine tibiale médiale. La déviation latérale ou médiale de cet axe de charge permet de caractériser la déformation en varus ou en valgus. L'axe mécanique fémoral relie le centre de la hanche au centre du genou alors que l'axe mécanique tibial relie le centre du genou au centre de l'articulation de la cheville. [13]



Figure 9 : L'axe mécanique du membre inférieur [13]

3. Les axes et angles d'orientations articulaires [14] :

Les angles d'orientation articulaires fémoraux et tibiaux du genou sont définis par l'angulation entre les lignes articulaires fémorale ou tibiale du genou et leur axe mécanique associé. Il s'agit de l'angle mLDFA (mecanical lateral distal femoral angle–angle mécanique fémoral distal latéral) et de l'angle MPTA (médial proximal tibial angle–angle tibial médial proximal). La déviation de ces angles par rapport aux valeurs normales (85°–90°) permet de reconnaître le siège de la déformation. L'angle entre l'axe mécanique fémoral et tibial permet de décrire simultanément la déviation axiale par rapport aux valeurs normales. L'angle mécanique physiologique fémoro–tibial est de 1,2° en varus.

L'angle mLDFA à 89,5° est encore dans les valeurs normales (85°–90°), alors que l'angle MPTA est clairement en dehors. La déformation en valgus est donc localisée en tibial. Le résultat est un valgus mécanique fémoro–tibial de 10°.

L'angle MPTA de 89° est normal, alors que l'angle mL DFA de $95,5^\circ$ est pathologique. La déformation en varus qui en résulte est clairement localisée au fémur et devra donc être corrigée à ce niveau. L'angle mécanique fémoro-tibial de 8° de varus est en dehors de la normale de $1,2^\circ$. (Figure 10)

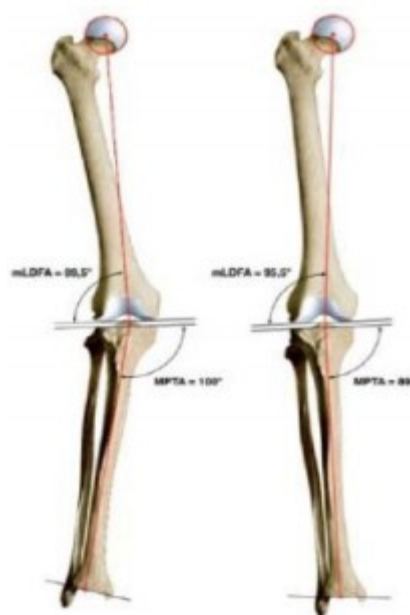


Figure 10 : Les axes et les angles d'orientation articulaires[13].

II. STABILITE ET STATIQUE DU GENOU :

Maquet [15] a le plus étudié la répartition des contraintes sur le genou en charge. Repris par d'autres, ces travaux ont permis de mieux comprendre l'étiopathogénie mécanique de la gonarthrose avec déviation frontale et confirment la logique du traitement par ostéotomie de réaxation.

Thomine [16], introduit en 1979, la notion d'écart varisant intrinsèque et extrinsèque en séparant les contraintes liées à la déformation de celles liées au poids du corps.

Des études dynamiques par **Jonhson [17]**, puis **Harrington [18]**, mettent en évidence les contraintes auxquelles est soumise l'articulation du genou au cours des différentes phases du pas.

Maquet a montré qu'en position debout, en appui monopodal, il y'avait une distribution égale de la pression sur les surfaces portantes articulaires. En ce qui concerne la stabilité statique du genou, il est intéressant de l'étudier dans les trois plans d'espace : frontal, sagittal et horizontal.

1. Plan frontal: (figure 11) [19]

1.1. Articulation fémoro-tibiale :

Différents auteurs ont tenté d'établir les normes des axes mécaniques et anatomiques du membre inférieur séparant ainsi de grandes familles: normoaxés, genou varum, genou valgum et définissant des facteurs explicatifs de l'arthrose.

Cette notion d'axe est fondamentale car elle permet le calcul des forces qui s'exercent sur l'articulation, une prévision lors de la réalisation d'une ostéotomie et un positionnement des prothèses unicompartmentales.

A partir de ces différents axes ainsi tracés, on peut calculer l'angle fémoral mécanique, l'angle tibial mécanique, l'écart varisant intrinsèque, l'écart varisant

extrinsèque et l'écart varisant global.

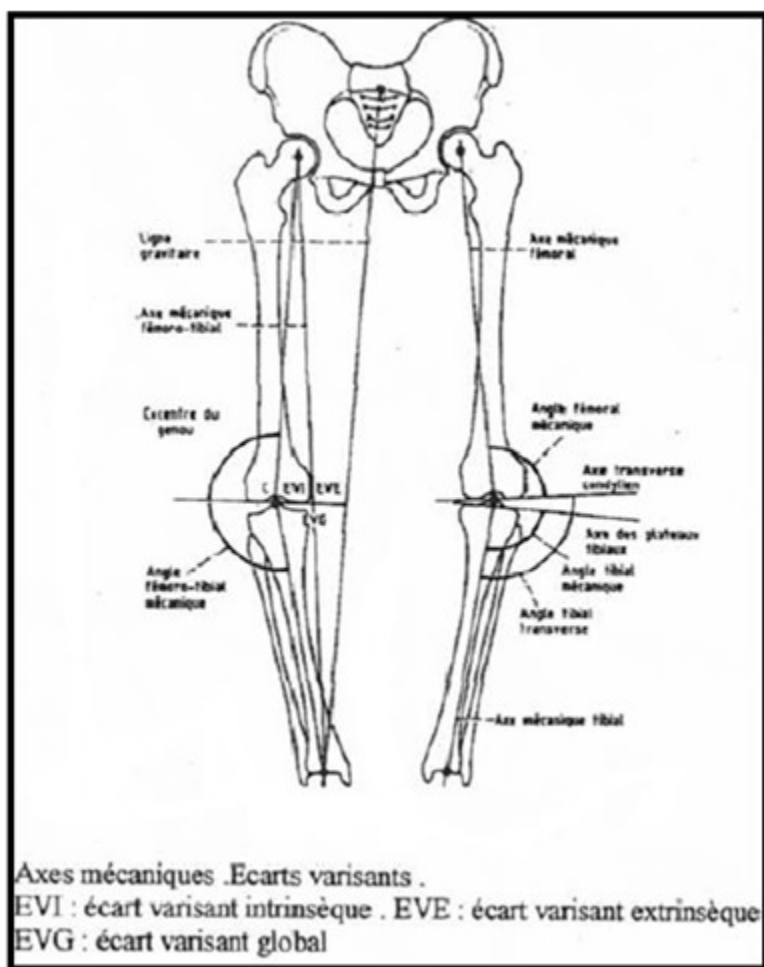


Figure 11: les axes mécaniques du membre inférieur [19].

1.2. L'articulation fémoro-patellaire : (figure 12)

La résultante du poids du corps passe en dedans du centre articulaire du genou du membre inférieur en appui. Au niveau du quadriceps, du fait de l'existence de l'angle (Q) entre tendon quadricipital et tendon rotulien, la décomposition des forces se fait de la manière suivante : la résultante (FQ) du quadriceps se décompose en une force d'extension verticale et une force de subluxation rotulienne externe (FR).

Au niveau du ligament rotulien, la résultante (FT) se décompose en une force (FCE) coaptatrice du compartiment fémoro-tibiale externe et une composante horizontale (RIT) de direction interne. La force (FR) qui comprime la rotule contre la facette externe de la trochlée est compensée par les éléments musculo-capsulo-ligamentaires internes.

Cette force augmente lorsqu'il existe un valgus, et augmente lorsque la tubérosité antérieure du tibia est déplacée en dehors.[20]

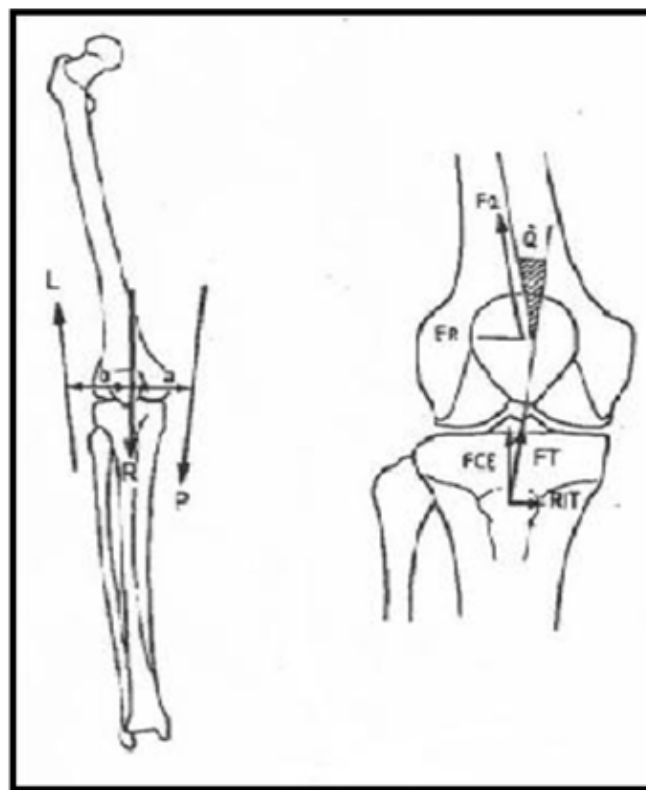


Figure 12 : l'articulation fémoro-patellaire dans le plan frontal. [19]

2. Plan sagittal :

Il paraît intéressant dans ce plan d'insister sur des éléments:

- La pente tibiale: c'est une notion moins connue que les axes anatomiques, c'est une inclinaison postérieure des plateaux tibiaux.
- Le contrôle de la subluxation du tibia après lésions ligamentaires.
- Les obstacles à la translation tibiale antérieure et postérieure qui assure la stabilité antéro-postérieure
- Les contraintes fémoro-patellaires.

C'est à Maquet que revient le mérite de les avoir analysés.

La résultante R5 qui plaque la rotule contre le fémur résulte de la force de traction du quadriceps sur la rotule (FQ) et de la force exercée par le ligament rotulien sur le tibia (FR).

Cette résultante tend à plaquer la rotule sur la trochlée avec une pression d'autant plus importante que la flexion augmente. Elle doit être orientée perpendiculairement aux surfaces articulaires portantes et passer par le centre courbure de ces surfaces articulaires.

3. Plan horizontal:

3.1. Au niveau de la fémoro-tibial :

D'après les études faites dans la littérature, la rotation interne est freinée par le pivot central alors que ce sont les formations périphériques (le point d'angle postéro-interne (PAPI)– Le point d'angle postéro-externe PAPE) qui freinent la rotation externe.

3.2. Au niveau de la fémoro-patellaire:

Au niveau de l'articulation fémoro-patellaire, il existe une résultante des forces qui a tendance à plaquer la rotule contre la trochlée. Du fait de l'angle Q, la force quadricipitale peut se décomposer en deux:

- La force RIT qui provoque une rotation interne tibiale ;
- La force FR qui plaque le versant externe de la rotule contre la berge externe de la trochlée, force subluxante externe de la rotule. FR et RIT sont de sens opposé.

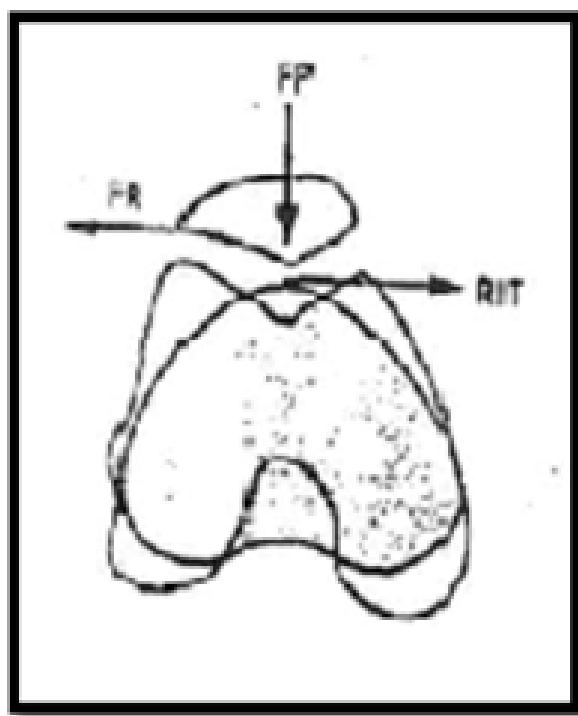


Figure 13 : montre les contraintes de l'articulation fémoro-patellaire dans le plan horizontale [19]

III. LA THEORIE DES ECARTS VARISANTS :

L'observation d'un sujet en appui monopodal (figure14) a montré qu'il existait constamment une distance entre le centre du genou et la ligne gravitaire.

Cette distance fut appelée écart varisant par Thomine et al [21].



Figure 14 : L'ecart varisant selon Thomine[21]

1. Définition des écarts varisants :

1.1. L'écart varisant extrinsèque (EVE) :

Distance entre l'axe mécanique du membre inférieur et la ligne gravitaire. Il dépend de la morphologie et il varie avec la longueur des membres, la largeur du bassin, la coxa vara ou valga et l'angle du pas.

1.2. L'écart varisant intrinsèque (EVI) :

Distance entre le centre du genou et l'axe mécanique du membre, qui est nul sur un genou normo-axé, positif en cas de varus et négatif en cas de genu valgum.

1.3. L'écart varisant global (EVG) :

C'est la somme de l'écart varisant extrinsèque et de l'écart varisant intrinsèque.

Il augmente en cas de genou varum et diminue en cas de genou valgum.

L'écart varisant global permet de calculer le moment varisant en multipliant le poids du corps diminué du poids du membre inférieur par l'écart varisant global :

$$\text{Moment varisant} = \text{EVG} \times (P - 0,18.P)$$

IV. INTERET DE L'ECART VARISANT :

Cet écart varisant :

- Permet de comprendre l'existence de gonarthrose interne sans désaxation préalable (en cas de surpoids et d'insuffisance du hauban externe).
- Permet de prévoir que la simple restitution d'un membre simplement axé risque de ne pas suffire, d'où la nécessité d'une hypercorrection entre 3 et 6° de valgus pour une ostéotomie (et la normo-correction pour les prothèses totales du genou).

Le but de l'ostéotomie est de ramener le moment varisant au-dessous de 200Kg/cm, car les études menées par **Blaimont [23]**, ont montré une décoaptation du compartiment latéral du genou lorsque le moment varisant dépassait 200Kg/cm, celui-ci doit être inférieur à cette valeur pour être contrôlé par le hauban externe.

Ainsi, grâce à un calque préopératoire, on peut prévoir l'importance de la correction à apporter. On obtient par le calcul l'écart varisant correspondant $\text{EVG} < 200 / (P - 0,18.P)$. Le nouvel emplacement du centre du genou détermine la ligne gravitaire. L'angle entre l'axe tibial initial et l'axe tibial obtenu graphiquement indique la correction nécessaire pour une réaxation.

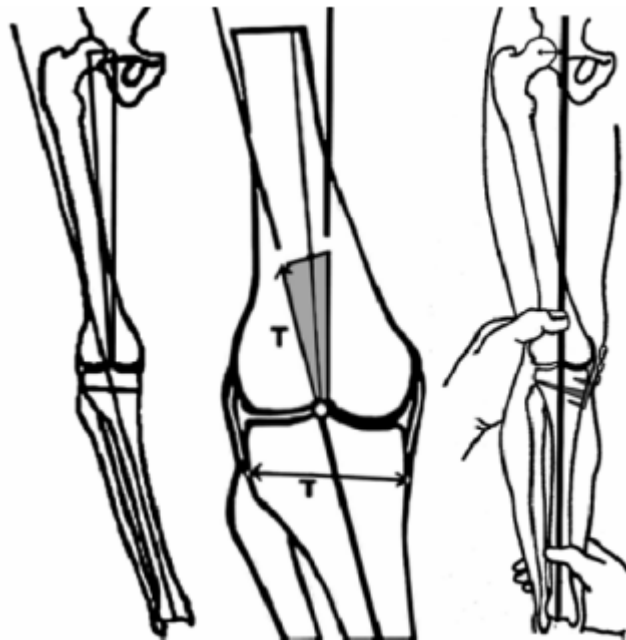


Figure 15: Le but de l'ostéotomie est une hyper correction en valgus[22].

V. LE GENU VARUM :

Sur un genou présentant une désaxation en varus, l'axe mécanique du membre passe en dedans du centre du genou, voir en dedans de l'articulation. Le moment d'action de la force gravitaire se trouve alors augmenté. Tant que les forces valgisantes exercées par le hauban musculaire externe sont capables d'équilibrer les forces varisantes, les contraintes fémoro-tibiales restent uniformes dans les deux compartiments. Mais dès qu'il a faillite du hauban externe, les contraintes sont alors, prédominantes dans le compartiment fémoro-tibial interne, ce qui va donner lieu aux conséquences suivantes :

1. Conséquences sur le compartiment fémoro-tibial interne :

Lorsque les forces valgisantes deviennent insuffisantes, il se produit une augmentation des contraintes sur le compartiment interne. Cette surcharge entraîne une usure cartilagineuse, elle-même responsable de l'aggravation du varus. Le ménisque interne va être laminé progressivement sous l'effet de ces nouvelles sollicitations. Ainsi, se trouve réalisé un véritable cercle vicieux qui fait de l'arthrose fémoro-tibiale sur genou varum une maladie évolutive par auto-aggravation spontanée, aboutissant à l'arthrose tricompartmentale globale du genou, véritable handicap professionnel et social.

2. Conséquences sur le complexe capsulo-ligamentaire :

Lorsque la force résultante R passe en dedans du centre de la courbe du condyle interne, l'équilibre mécanique de l'articulation fémoro-tibiale interne est rompu. Le fémur bascule en dedans sur le tibia et entraîne une instabilité externe avec étirement progressif des formations capsulo-ligamentaires.

L'usure osseuse, produit une avancée du fémur sur le tibia et la présence d'ostéophytes dans l'échancrure inter-condylienne peut rompre le ligament croisé antérieur.

On peut ainsi aboutir, dans une arthrose interne évoluée, à une laxité globale dont la présence sera un facteur défavorable du pronostic.

3. Conséquences sur l'articulation fémoro-patellaire :

Pour compenser les forces varisantes, le hauban externe fait appel à la contraction du quadriceps, ce qui aggrave la compression de la rotule.

Le flessum du genou, qui accompagne la gonarthrose, accroît la résultante R5 et augmente les contraintes fémoro-patellaires (Maquet [15]).

C'est pourquoi le devenir de l'articulation fémoro-patellaire est important dans le pronostic de la gonarthrose (Hernigou [23]).

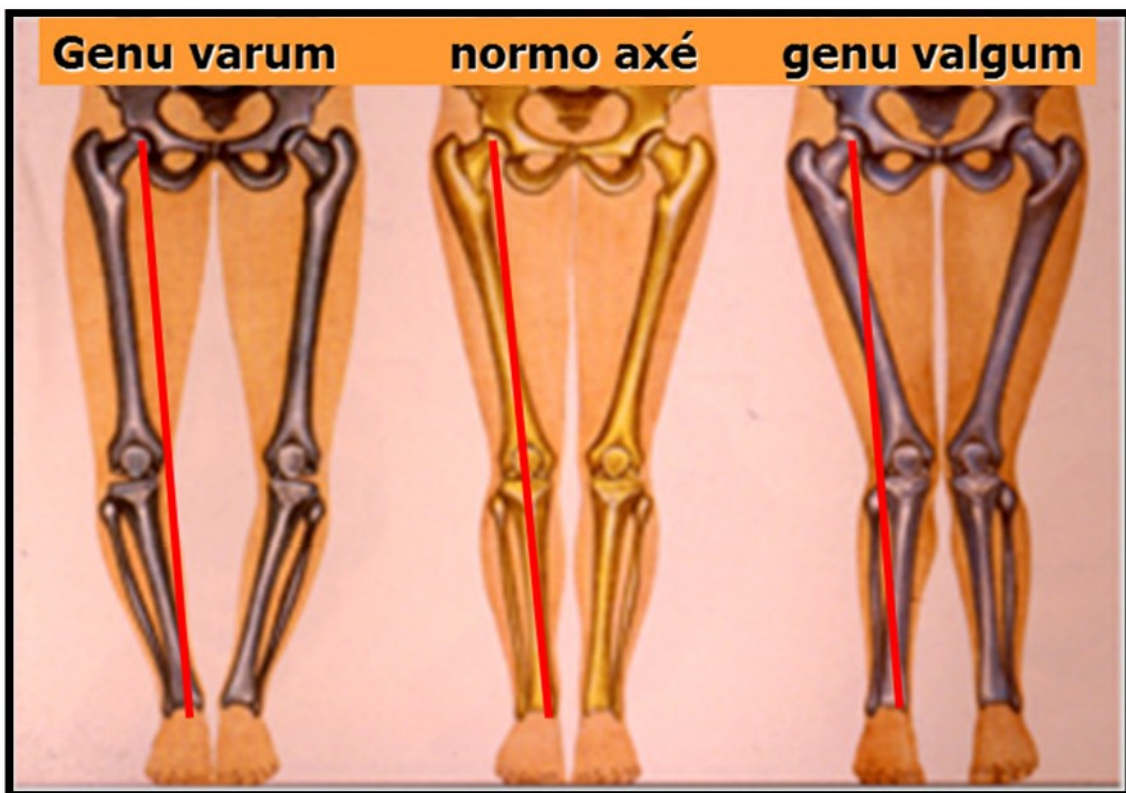


Figure 16: Les 3 morphotypes principaux dans le plan frontal

VI. EQUILIBRE MUSCULAIRE :

Les éléments musculaires permettent la stabilisation active du genou.

1. Le quadriceps :

C'est un muscle antigravitaire et sa contraction est nécessaire à la stabilisation du genou lors de l'appui monopodal, dès que le genou est fléchi. La force exercée par le quadriceps est transmise par le ligament rotulien.

2. Les ischio-jambiers :

Ce sont des muscles fléchisseurs du genou, la construction géométrique montre là aussi que la force exercée par les ischio-jambiers peut être décomposée en une force de coaptation fémoro-tibial, perpendiculaire aux plateaux tibiaux ; et une force de translation tibiale postérieure. La composante de translation tibiale postérieure est d'autant plus importante que la flexion du genou est importante.

3. Les co-contractions :

Elles sont nécessaires pour maintenir une répartition homogène des pressions sur les cartilages fémoro-tibiaux. Leur existence a été mise en évidence au cours de la marche utilisant l'électromyogramme.

VII. L'UTILISATION DU GENOU LORS DE LA MARCHE.

1. Dans le plan sagittal ;

Au cours du cycle de la marche, le genou fléchit deux fois : la flexion maximale a lieu pendant la phase oscillante : elle est environ de 65°. C'est l'onde « de flexion du genou ». La deuxième flexion se produit pendant la phase d'appui : elle est de 20° à 25° environ. Au cours de la marche, le genou ne passe jamais en extension, il est toujours en flexion.

2. Dans le plan frontal:

Il existe une variation angulaire de quelques degrés de l'angle fémoro-tibial avec, lors de la phase d'appui, une tendance au valgus. L'étude de l'utilisation du genou lors de la marche, tient compte de l'ensemble du système articulaire du membre inférieur (hanche et cheville) et du morphotype dans les trois plans de l'espace. La marche normale est divisée en deux phases : la phase d'appui et la phase oscillante

LA GONARTHROSE SUR

GENOU VARUM

I. EPIDEMIOLOGIE :

1. Fréquence :

La gonarthrose est dans la majorité des cas secondaire à un défaut mécanique, c'est une pathologie fréquente, elle atteint 40% des sujets à partir de 70 ans [23].

La fréquence de l'arthrose fémoro-tibiale (50% de l'ensemble des gonarthroses) est plus élevée que celle de l'arthrose fémoro-patellaire (35%), l'intrication des deux se trouve dans 20% des cas [24].

2. Sexe :

La gonarthrose touche surtout le sexe féminin. Le pourcentage de 70% environ est retrouvé dans la plupart des séries publiées.

3. Age :

L'âge de début de la douleur est variable en fonction du sexe et de la topographie de la gonarthrose [25].

II. ANATOMOPATHOLOGIE :

Actuellement, on admet que les lésions de l'arthrose débutent dans le cartilage qui se fissure puis s'ulcère, et que les altérations osseuses (condensation sous chondrale, ostéophytes) sont secondaires. Mais le problème qui est représenté par le mécanisme d'apparition de la fibrillation du cartilage paraît être la lésion initiale.

Cette fibrillation consiste en une fissuration associée à une déplétion en ostéoglycane .[26].

Au genou, le cartilage dégénère fréquemment parce que le genou est une articulation qui porte le poids du corps et parce que certaines parties de l'articulation peuvent être le siège d'une hyperpression soit du fait d'un trouble de la statique fémoro-tibiale, soit du fait des conditions anatomiques et physiologiques qui créent

une hypertension dans la partie externe de la fémoro-patellaire.

Dans la déformation en genu varum[27], l'anatomopathologie décrit aussi la contracture du ligament latéral interne.

III. ETIOLOGIES :

Le genu varum est le plus souvent **idiopathique**, résultant d'une séquelle d'une altération ostéogénique essentielle méconnue ou négligée, installée dans l'enfance ou l'adolescence, il est habituellement bilatéral et symétrique.

Parfois le genu varum est **secondaire** :

- ✓ A un enfoncement fracturaire d'un plateau tibial
- ✓ Fracture diaphysaire consolidée en position vicieuse plus redoutée qu'elle siège près du genou.
- ✓ Décollement épiphysaire de l'enfance : ostéomyélite.
- ✓ Incurvation fémorale ou tibiale résultant d'un rachitisme ou maladie de paget.
- ✓ Conséquence d'une maladie de la hanche ou une déformation (Arthroplastie totale mal ajustée) ou de la cheville (Arthrodèse).
- ✓ Ménisectomie interne totale.

Certains facteurs favorisent la survenue de la gonarthrose sur genu varum tel que :

- ✓ Obésité : Elle précède la gonarthrose et n'en est pas la conséquence [28]. Elle agit de manière mécanique en augmentant les contraintes articulaires et constitue un facteur de risque important dans les deux sexes, quoiqu'un peu plus marqué chez les femmes.
- ✓ Le surmenage articulaire d'ordre professionnel ou sportif.

IV. CLINIQUE :

L'examen clinique du genou a pour but de confirmer la gonarthrose, de rechercher son origine statique et d'apprécier son retentissement.

1. Les troubles fonctionnels :

1.1. La douleur :

La douleur est le maître symptôme, celui qui amène à consulter. Elle siège sur l'interligne articulaire plutôt que dans la concavité de la déformation.

Elle est de type mécanique apparaissant à la marche ou à l'effort, disparaissant au repos, d'aggravation progressive pouvant réduire ainsi l'étendue et la durée de la marche.

Cette limitation du périmètre de la marche est une mesure du degré de l'impotence, parfois les malades s'aident d'une canne pour marcher. A un stade avancé de l'évolution, le déplacement ne peut se faire qu'avec deux cannes.

1.2. Diminution de la mobilité

Supportée par les malades en général. Elle ne devient gênante que lorsque la raideur est sévère.

1.3. L'instabilité

Lorsqu'elle est importante, elle constitue une entrave sérieuse à la marche.

2. Examen clinique

Il porte sur le malade debout, marchant, et couché.

2.1. Le malade debout dévêtu :

En position debout, malléoles internes jointes, la déviation en varum des membres inférieurs saute aux yeux. Mais elle est quelque fois masquée par l'obésité ou la cellulite, surtout en cas de genu varum peu important.

La mesure en centimètre de la distance intercondylienne permet de déduire l'importance de la déviation. Cette distance est d'autant plus grande que le genu varum est plus important.

De profil, il faut évaluer la rectitude du genou, car un flessum peut être associé.

2.2. Le malade marchant :

Il faut apprécier la boiterie, le périmètre de marche, l'utilisation des cannes, et la montée des escaliers.

2.3. Le malade couché :

- Chiffrer la mobilité du genou en notant le degré de la flexion et de l'extension qui peut être gênée par l'existence du flessum.
- Rechercher des mouvements anormaux, des mouvements de latéralité surtout sur un genou en extension, qui sont dues à une laxité ligamentaire.
- Mouvement de tiroir sur un genou fléchi à 60°.
- Signe de Rabot : Douleur à l'extension contrariée du genou, témoignant d'une arthrose fémoro-patellaire qui est très fréquemment associée au genu varum.

V. ETUDE RADIOLOGIQUE :

1. Bilan radiologique :

Le bilan radiologique constitue une source de renseignements considérable dans l'évaluation de l'importance de la déviation et la topographie de l'arthrose.

C'est un document objectif sur lequel on peut se baser pour une éventuelle correction chirurgicale.

Il comprend :

- Cliché standard du genou face et profil en charge
- Incidence en "Schuss " (Flexion de 30°)
- Un pangonogramme bipodal.
- Les incidences fémoro-patellaires
- Les épreuves dynamiques.

Nous allons exposer l'apport de ces différentes incidences :

1.1. Cliché du genou en charge de face :

Il permet de mettre en évidence l'usure cartilagineuse qui se traduit par un pincement de l'interligne fémoro-tibial interne, une densification sous chondrale, mise en évidence par une condensation osseuse sous le plateau tibial interne.

1.2. Cliché du genou de profil strict :

Le cliché de profil n'est pas considéré comme utile pour analyser l'arthrose fémoro-tibiale. Il permet pourtant une analyse relativement fiable de l'épaisseur de l'interligne articulaire. Les contours des condyles sont faciles à identifier de même que les surfaces tibiales.

Le cliché de profil permet aussi une mesure de la hauteur rotulienne et de la pente tibiale.

a. Mesure de la hauteur rotulienne

La hauteur de la rotule peut être étudiée sur les clichés de profil par la méthode de **Caton** [31]. (Figure 17). Cette méthode est valable quel que soit le degré de flexion du genou entre 10 et 80°. Elle nécessite simplement d'avoir une bonne visualisation de la rotule et de l'extrémité supérieure du tibia.

Le rapport AT/AP (AP = longueur articulaire de la rotule ; AT = distance entre le bord inférieur de la surface articulaire de la rotule et le bord antéro-supérieur du tibia) est normalement égal à 1 ; il est identique chez l'homme et chez la femme. AT/AP = $0,96 \pm 0,134$ chez l'homme et $0,99 \pm 0,129$ chez la femme.

On parle de rotule haute lorsque le rapport AT/AP est $\geq 1,2$ et de rotule basse quand le rapport est $\leq 0,6$.



Figure 17 : Mesure de la hauteur rotulienne selon méthode de Caton [31]

b. Mesure de la pente tibiale

Autre paramètre calculé à partir des radiographies de profil, c'est la pente tibiale, en se basant sur la méthode de **MOORE HARVEY** [32], qui consiste à la détermination de l'angle entre la tangente du plateau tibiale médial et la perpendiculaire à la tangente à la corticale postérieure du tibia.

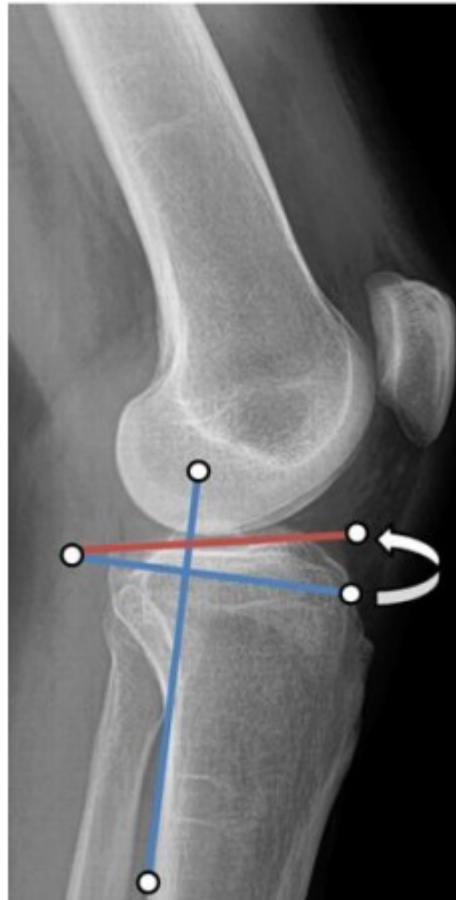


Figure 18: Calcul de la pente tibiale selon MOORE HARVEY [32]: mesure de l'angle d'inclinaison entre la tangente au plateau tibial médial et la perpendiculaire à la tangente à la corticale postérieure du tibia.

1.3. Pangenogramme bipodal :

Il s'agit d'un grand cliché debout de face en appui symétrique qui prend l'ensemble du membre inférieur, allant des épines iliaques antéro-supérieures au calcaneum. Il permet la mesure exacte de la déviation du genou en varus et donc de déterminer l'angle de correction si une ostéotomie de réaxation est indiquée. Il permet aussi d'apprécier la hauteur de l'interligne articulaire et du varus tibial constitutionnel (V.T.C).

a. Résultats goniométriques :

a.1. Détermination des repères :

Il existe trois repères essentiels :

- **Le point H** : Le centre de la tête fémorale.
- **Le point K** : Le centre du genou, défini par le milieu de la tangente à l'extrémité distale des condyles.
- **Le point A** : Le centre de la cheville, défini par le milieu de la tangente au talus.

a.2. Tracé des axes

Trois axes ont un intérêt pratique :

- **Axe mécanique global du membre inférieur (HA)** : s'étend du centre de la tête fémorale au milieu de la distance inter-malléolaire tangente au bord supérieur de l'astragale, son tracé donne immédiatement le sens de la déviation. Sur un genou normal en charge, cet axe passe entre les deux épines tibiales, dans le cas du genou varum il passe en dedans du **point K**.
- **Axe mécanique radiologique du fémur (HK)** : se trace du centre de la tête fémorale à la médiane inter-condylienne.

- **Axe mécanique radiologique du tibia (KS) :** s'étend de la médiane du massif spinale jusqu'au centre de la tibio-tarsienne.

a.3. calcul des angles :

Quatre angles sont à considérer :

- **L'angle HKA :** Il est défini par l'angle formé de la droite passant par les points H et K et de la droite passant par les points K et A.
- **L'angle HKS :** C'est la divergence fémorale, il est formé par l'angle entre l'axe mécanique et de l'axe anatomique du fémur.
- **L'angle F :** Ou angle alpha, mesuré entre l'axe anatomique du fémur et la tangente aux condyles fémoraux.
- **L'angle T :** Ou angle bêta, est l'angle entre la tangente aux plateaux tibiaux et l'axe anatomique du tibia.



Figure 19: Pangonogramme en charge, angles HKA, HKS, α et β

a. hauteur de l'interligne fémoro-tibiale :

En comparaison avec le compartiment sain, la hauteur de l'interligne fémoro-tibiale interne peut être classée en trois stades :

- Supérieure ou égale à 50%.
- Inférieure à 50%.
- Nulle avec ou sans usure osseuse.



Figure 20: Radiographie de face, mesure de la hauteur de l'interligne

b. Le varus tibial constitutionnel(VTC) :

Décrit par **DEJOUR** et **LEVIGNE**, le varus tibial constitutionnel représente la composante épiphysaire osseuse du varus tibial, sa valeur est celle de l'angle formé par l'axe mécanique du tibia et de l'axe épiphysaire tibiale supérieur. Ce dernier va du milieu du sommet des épines au milieu du vestige du cartilage de conjugaison épiphysaire supérieur, cet axe épiphysaire est perpendiculaire à la ligne tangente aux plateaux tibiaux avant l'usure [33].

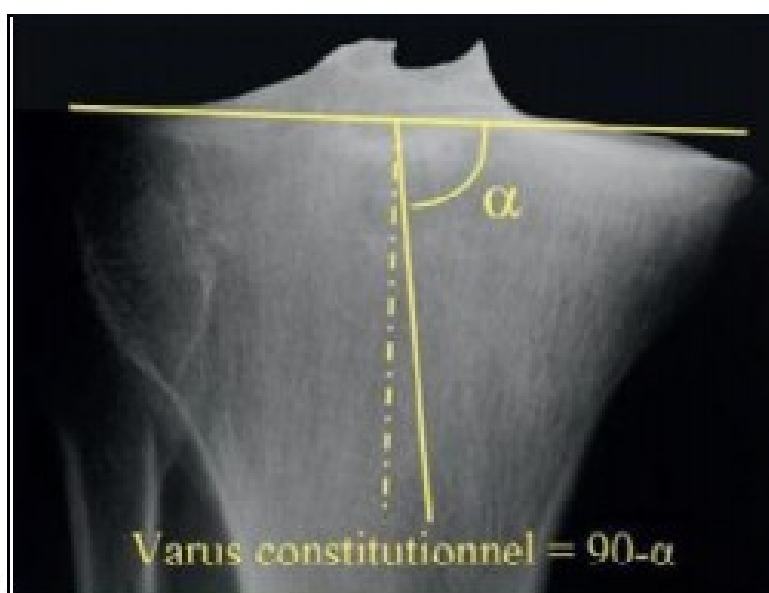


Figure 21 : Mesure du varus constitutionnel

1.4. Incidences fémoro-patellaires :

Les plus répondues sont :

- **Le cliché de profil du genou :** Il peut révéler un pincement de l'articulation fémoro-rotulienne et une otéophytose sus et sous rotulienne.
- **Défilé axiale fémoro-patellaire à 30° -60° de flexion :** Il permet d'apprécier l'épaisseur du cartilage articulaire et de dépister les malpositions rotuliennes (Figure 22)

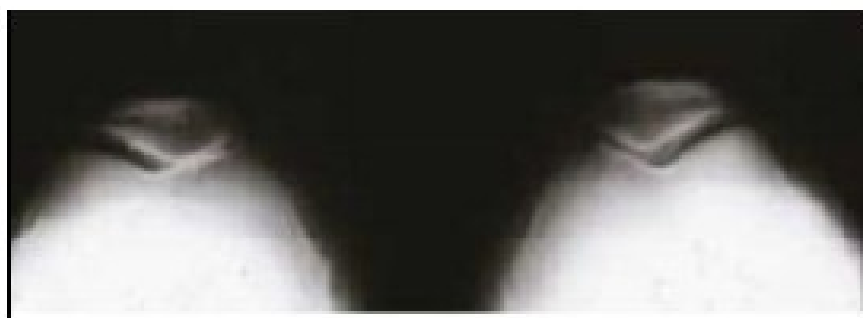


Figure 22 : Incidence fémoro–patellaire (conflit fémoro–patellaire).

1.5. Epreuves dynamiques :

Ce sont les clichés en varus–valgus forcés effectués en flexion de 15°, elles permettent l'estimation de la laxité frontale radiologique, la mesure représente l'angle formé par la tangente aux plateaux tibiaux et la tangente aux condyles fémoraux selon que le bâillement maximum s'ouvre dans la portion interne ou externe de l'interligne fémoro–tibiale, la laxité est qualifiée d'interne ou d'externe. Ainsi il n'y a pas de laxité si le bâillement n'excède pas 5°, modérée s'il est compris entre 5° et 10°, et majeure s'il dépasse 10°.

2. Classifications de l'arthrose fémoro–tibiale :

L'usure cartilagineuse fémoro–tibiale peut revêtir plusieurs aspects selon l'importance et le degré de cette usure.

Deux classifications sont les plus utilisées

2.1. Classification d'ÅHLBACK [34]: (figure 23)

- **Stade I:** pincement articulaire qui n'intéresse que la moitié de la hauteur normale.
- **Stade II :** pincement articulaire total avec des zones d'os sous–chondral à nu et des zones avec cartilage conservé.
- **Stade III:** L'usure osseuse interne est de 5mm avec usure du condyle externe.

- **Stade IV** : L'usure osseuse interne est de 1cm avec accentuation de l'usure du condyle externe.
- **Stade V**: Usure osseuse bilatérale qui s'accompagne d'une instabilité sévère avec subluxation du tibia.

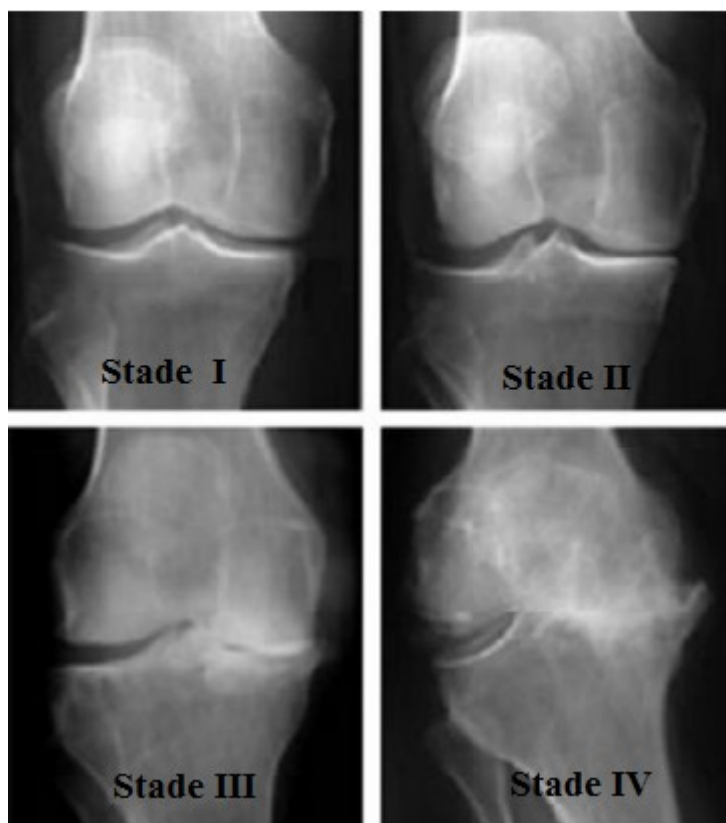


Figure 23: clichés radiologiques montrant les 4 premiers stades de la classification d'AhLBACK [34].

3. Classification de l'arthrose fémoro-patellaire :

Sur le défilé fémoro-patellaire à 30°-60° de flexion, on mesure l'arthrose fémoro-patellaire qui est classée en quatre stades selon la classification d'Iwano [35]:

- **Stade I**: Arthrose débutante, pincement $< 3\text{mm}$
- **Stade II** : Interligne conservé mais pincement $> 3\text{mm}$
- **Stade III**: pincement complet intéressant au maximum $\frac{1}{4}$ de la surface articulaire.
- **Stade IV** : pincement articulaire complet avec contact osseux de l'ensemble de la facette articulaire.

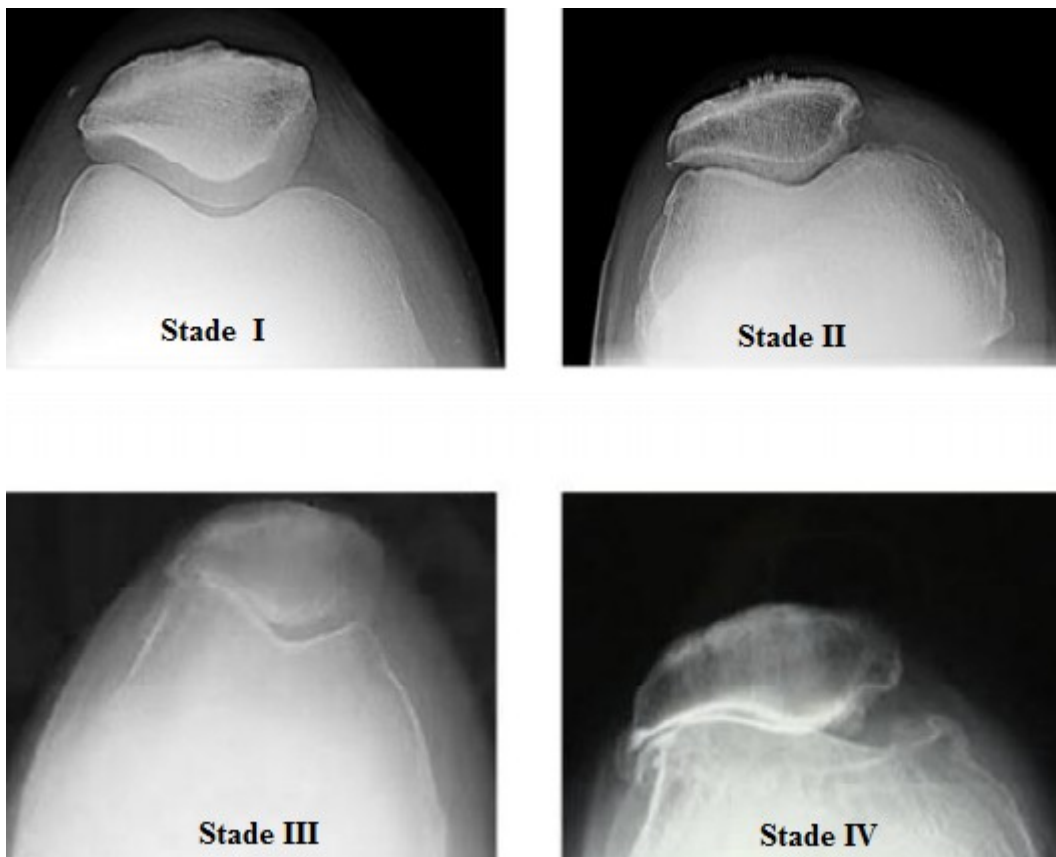


Figure 24: Stades Iwano sur radiographies de défilé fémoro- patellaire à 30°

LE TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA GONARTHROSE

Le traitement chirurgical des gonarthroses peut être conservateur (chirurgie arthroscopique, ostéotomies), ou prothétique (arthroplastie unicompartmentale ou tricompartmentale) [45].

I. L'ARTHROSCOPIE :

L'arthroscopie permet dans les arthroses peu évoluées de pratiquer un lavage articulaire, une ablation de corps étrangers libres ou pédiculés, de régulariser un ménisque [46], voire de faire des perforations de type Pridie. Cette technique semble donc adaptée à des arthroses modérées, surtout s'il existe une discordance entre l'importance des douleurs et un aspect radiologique peu altéré [47], si la déviation angulaire est inférieure à 15°, en l'absence de laxité du genou. [48,49].

II. LES OSTEOTOMIES:

Elles ont pour but de corriger le défaut d'axe dans le plan frontal et de diminuer ainsi les contraintes excessives sur un compartiment fémoro-tibial. Elles doivent corriger le défaut anatomique, situé en général sur le tibia dans le genu varum et sur le fémur dans le genu valgum.

L'ostéotomie tibiale de valgisation consiste à décharger le compartiment fémoro-tibial interne arthrosique sur le compartiment externe en hyper corrigeant en valgus l'axe du membre inférieur, dont l'importance varie selon les auteurs. [64]

Elle a pour but de supprimer la douleur durablement et d'obtenir une correction optimale de l'axe mécanique du membre inférieur qui assure une meilleure évolution du phénomène arthrosique, afin d'éviter sinon de retarder au maximum le recours à un traitement prothétique.

1. Historique[62]

L'ostéotomie tibiale est pratiquée depuis le 19^{ème} siècle dans certaines déformations majeures, particulièrement chez les enfants.

Son application dans la gonarthrose est plus récente et remonte à la seconde moitié du XX^{ème} siècle. La plupart des publications anglophones citent souvent **Coventry**, de la Mayo Clinic [65], comme auteur de la première publication sur ce sujet en 1965.

En fait, dès 1962, **Jean Debeyre** avait publié son expérience récente de l'ostéotomie tibiale dans la gonarthrose dans la *Revue du rhumatisme*. Il s'agissait d'ostéotomies par addition interne pratiquées à partir de 1951.

Par ailleurs, **R. Lohéac** et **Robert Judet** avaient rapporté lors des journées de Garches 1965 de nombreux cas d'ostéotomies opérées entre 1950 et 1960. Cette étude portait sur les ostéotomies de fermeture par soustraction externe.

La technique de la fermeture latérale a été la plus fréquemment utilisée pendant plusieurs années, probablement en raison de son apparente plus grande simplicité technique.

Depuis une dizaine d'années, il semble que la technique de valgisation tibiale par addition interne ait trouvé de nombreux adeptes.

2. Les différentes techniques de l'ostéotomie tibiale de valgisation

Les ostéotomies tibiales de valgisation ont des modalités techniques diverses, ouverture interne, soustraction externe, curviplane et hémicallotasis.

2.1. Ostéotomie d'ouverture interne :

a. Technique chirurgicale

a.1. Installation du patient:

L'opéré est installé en décubitus dorsal, Un coussin est placé sous la fesse afin que le membre opéré soit en rotation neutre, un second coussin est placé sous la jambe à opérer afin de la surélever par rapport à l'autre jambe.

Un garrot pneumatique est installé à la racine de la cuisse. On vérifie que l'amplificateur de brillance permet un bon contrôle de face et de profil de la métaphyse tibiale. La déplétion sanguine est assurée par surélévation, puis le garrot est gonflé.

(Figure 44)

Le chirurgien se place en regard de la face interne du tibia, l'aide en face du côté externe de la jambe.

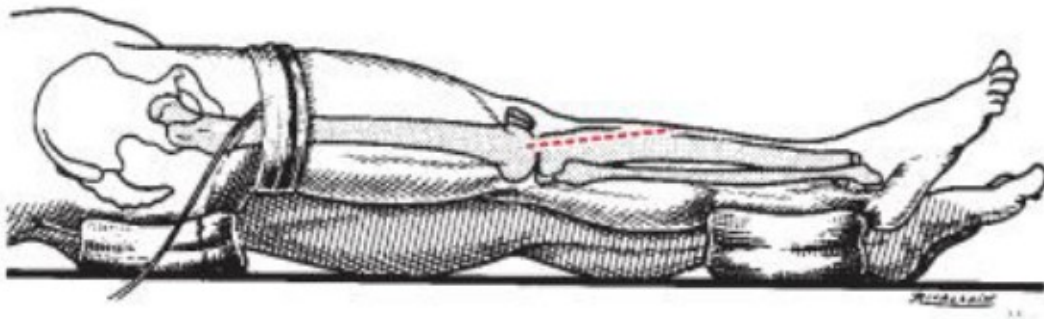


Figure 25 : installation du malade au bloc opératoire [72]

a.2. Voie d'abord :

Généralement c'est la voie antéro-interne qui est la plus utilisée dans l'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne tenant compte de la future incision d'une chirurgie itérative [75] , afin d'éviter des complications cutanées par une cicatrice croisant la première.

L'incision cutanée est verticale à la face antéro-interne du tibia (voie d'abord antéro-interne), partant de la partie inférieure de la rotule en regard de l'interligne articulaire et s'arrêtant 5 à 6 cm au-dessous de la tubérosité tibiale antérieure.(Figure 26)

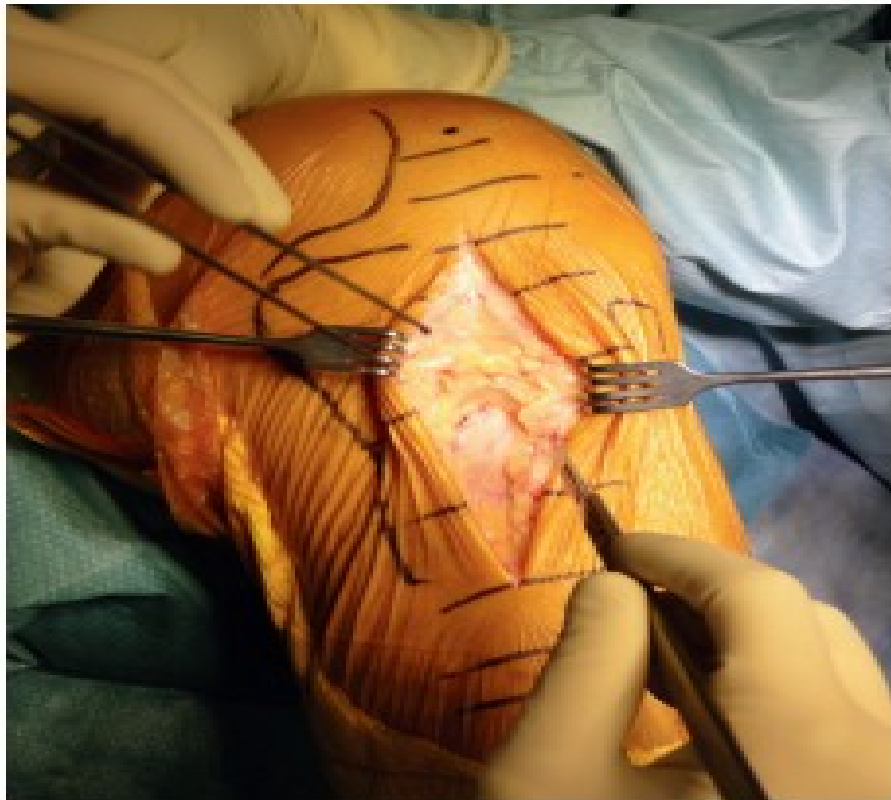


Figure 26 : Incision cutanée de l'ostéotomie tibiale de valgisation d'addition
Voie d'abord antéro-interne [74]

a.3. Déroulement de l'intervention :

- Une désinsertion partielle d'avant en arrière des tendons de la patte d'oie et de la partie distale du faisceau superficiel du ligament latéral interne est effectuée, pour exposer toute la face interne du tibia. Le ligament latéral interne est incisé transversalement (figure 27).



Figure 27 : Incision transversale du LLI superficiel [74].

La face postérieure du tibia est ruginée, la rugine se dirigeant vers l'extrémité supérieure du péroné, en prenant bien soin que l'instrument reste toujours au contact de l'os. La rugine sera laissée en place comme protection pendant l'ostéotomie.

En avant, on dégage la face profonde du tendon rotulien jusqu'à son insertion sur la tubérosité tibiale, elle sera protégée pendant le reste de l'intervention par un petit écarteur Faraboeuf.

L'ostéotomie siège dans la région tibiale métaphysaire interne, elle est sus tubérositaire, débutant 4cm sous l'interligne, une broche guide est dirigée sous amplificateur de brillance vers l'extrémité supérieure du péroné. L'obliquité de la broche (et donc du trait d'ostéotomie) peut être modifié en fonction de la taille du tibia et de l'importance de la correction à réaliser.

Plus le trait est oblique, moins la correction sera importante. Par ailleurs, les défauts d'ostéosynthèse et le risque de fracture articulaire augmentent lorsque le trait est très oblique [73].



Figure 28 : Contrôle peropératoire de l'orientation des broches [74].

L'ostéotomie est réalisée sur la face inférieure de la broche guide. Elle doit obéir à quelques règles intangibles :

- elle doit être située au-dessus de l'insertion du tendon rotulien sur la tubérosité tibiale antérieure.
- elle doit être suffisamment distale pour laisser suffisamment d'os pour la fixation proximale de la plaque.
- elle doit arriver du côté externe au moins 1 cm en-dessous de la surface articulaire.
- et enfin elle doit toujours rejoindre l'articulation péronéo-tibiale supérieure.

Il est important de réaliser l'ostéotomie à la face inférieure de la broche, celle-ci empêchant une migration proximale du trait d'ostéotomie dans l'articulation

L'ostéotomie est effectuée à la scie oscillante en s'appuyant sous les deux broches-guide, ou à l'ostéotome, en commençant par la partie moyenne du tibia puis sur les faces antérieure et postérieure. Elle est complétée au ciseau surtout sur la corticale postérieure.



Figure 29 : ostéotomie à la scie [74].

Il est impératif de conserver une charnière externe pendant tout le temps de l'ostéotomie.

L'ouverture du foyer d'ostéotomie peut se faire à l'aide d'un ostéotome qui permet de contrôler l'importance de l'ouverture grâce à la graduation, ou à l'aide d'un ciseau à os large, introduit dans le trait et l'on fait bailler progressivement le foyer d'ostéotomie en valgus en assurant un contre-appui externe, jusqu'à ce que l'ouverture du trait soit corresponde à la planification préopératoire.

La jambe sous l'ostéotomie est poussée en valgus pendant que le large ciseau maintient l'épiphyse en place et que le poing de l'aide est appliqué sur la face antéro-externe de la partie supérieure du tibia.

La main valgisante de l'opérateur est placée sous le tendon d'Achille pour éviter toute flexion dans le foyer d'ostéotomie qui doit bailler plus en arrière qu'en avant.

b. Les avantages :

- Le respect du péroné et de l'articulation péronéo-tibiale supérieure.
- La conservation du capital osseux.
- La voie d'abord chirurgicale est interne permettra une retente du ligament latéral interne qui est souvent rétracté dans ce type de déformation
- La cicatrice plus esthétique dans l'ostéotomie par addition interne et la même qui pourrait être secondairement utilisée si un geste de remplacement prothétique du genou sera ultérieurement décidé, cette prothèse du genou sera alors posée sur un genou dont l'interligne articulaire est rectiligne, contrairement à l'ostéotomie tibiale par fermeture externe responsable d'un interligne articulaire oblique compliquant la pose de la prothèse du genou.
- L'absence de complications à type de syndrome de loge de la jambe et de paralysie du nerf sciatique poplité externe.

c. Les inconvénients :

Il existe un allongement du membre, un risque d'accentuation de la pente tibiale, une perte de correction par tassement, et la nécessité d'un comblement avec un risque de retard de consolidation.

2.2. Ostéotomie d'ouverture progressive : hémicallotasis

a. Technique chirurgicale :

C'est une ostéotomie interne du tibia, suivie 10 jours après d'une ouverture progressive par un fixateur externe. Elle a été décrite initialement par **Perusi [54]**.

L'ostéotomie du tibia est réalisée par une voie d'abord interne au-dessus de la tubérosité. On doit ménager une charnière externe comme précédemment. Deux fiches de fixateur externe sont placées dans l'épiphyse tibiale, parallèles à l'interligne articulaire, puis deux autres fiches sont placées dans la diaphyse. Il faut ensuite encore

réaliser une ostéotomie de la fibula au 1/3 moyen de la diaphyse. La distraction est débutée secondairement grâce au fixateur externe d'allongement à raison de 1 mm par jour jusqu'à l'obtention de la correction désirée. Puis, on attend la consolidation définitive avant l'ablation du fixateur soit en général 2 à 3 mois.

b. Avantages :

C'est essentiellement la possibilité d'une correction exacte au fur à mesure de l'évolution. De plus l'ouverture interne ne nécessite pas de comblement contrairement à une ostéotomie d'ouverture classique. Elle permet enfin une remise en charge précoce et une durée d'hospitalisation courte

c. Inconvénients :

Ils sont liés au fixateur externe et à ses risques infectieux. L'ostéotomie de la fibula n'est pas théoriquement indispensable.

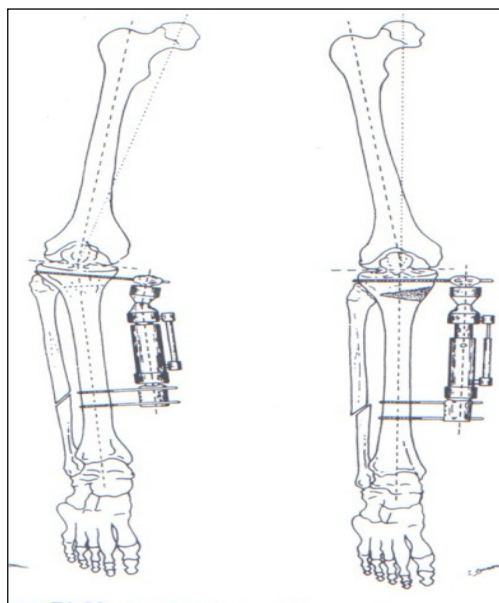


Figure 30 :Ostéotomie d'ouverture progressive[45].

2.3. ostéotomie tibiale de fermeture externe :

Le principe de cette technique repose sur l'ablation d'un coin osseux tibial cunéiforme à base externe métaphysaire pour permettre la réaxation du membre avec utilisation d'un matériel d'ostéosynthèse pour assurer la stabilité du montage.

La voie d'abord utilisée est la voie oblique antéro-externe.

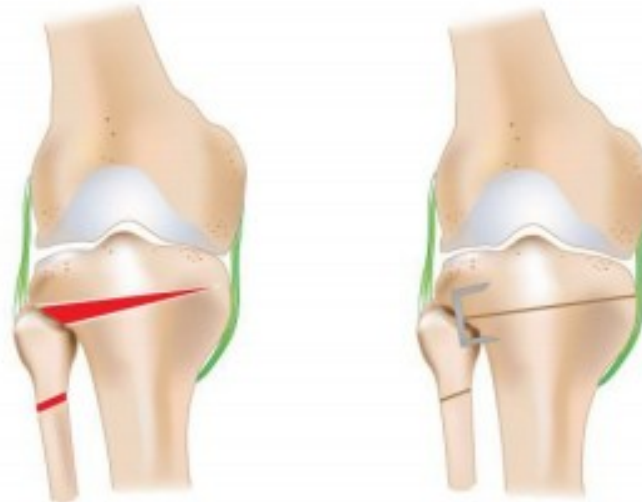


Figure 31: schéma d'une ostéotomie tibiale de valgisation par fermeture externe



Figure 32 : radiographie face et profil du genou après ostéotomie tibiale de valgisation par fermeture externe, matériel d'ostéosynthèse en place

a. Avantages :

On retient sa simplicité, les possibilités de corriger la déformation dans plusieurs plans, la possibilité d'avancement de la tubérosité tibiale antérieure pour soulager un conflit fémoropatellaire associé et un bon taux de consolidation du fait de la mise en compression de grande surface d'os spongieux métaphysaire.

b. Inconvénients:

- Le premier est le risque de lésion du nerf fibulaire commun.
- Il y'a aussi des risques de patella baja et de cal vicieux par translation externe de l'épiphyse tibiale supérieure qui rend difficile la mise en place d'une prothèse totale du genou secondairement.
- Enfin la hauteur de résection du coin est limitée, au risque de dévasculariser l'épiphyse tibiale et entrainer une pseudarthrose. Ainsi on peut difficilement corriger les déformations majeures supérieures à 20°.

2.4. ostéotomie curviplane :

C'est la première technique employée par **Jackson** et **Waugh** [6], puis par **Maquet** [67] et **Blaimont** [68]. Elle peut être pratiquée au-dessus de la tubérosité tibiale antérieure ou en dessous avec une translation antérieure du tibia.

Elle est stabilisée par un fixateur externe (historiquement un cadre de Charnley), mais on peut employer aussi des lame-plaques ou des plaques vissées. Elle nécessite aussi une ostéotomie raccourcissante de la fibula en général entre 1/3 supérieur et 1/3 moyen.

a. Avantages

Cette technique permet un réajustement permanent de la correction grâce au fixateur externe. Par ailleurs, elle autorise des corrections importantes supérieures à 20°. On peut également corriger la pente tibiale ou avancer le tibia ou médialiser la

tubérosité tibiale en cas de syndrome fémoro-patellaire. Il n'existe pas de modification de longueur du membre.

La reprise de l'appui est précoce ainsi que la mobilisation. La voie d'abord médiane facilite la reprise pour prothèse totale du genou.

b. Inconvénients

C'est une technique plus complexe qui nécessite une ostéotomie de la fibula avec un risque de lésion nerveuse. Le fixateur externe est encombrant et présente souvent un risque infectieux sur ses fiches. La correction des déformations en rotation n'est pas possible.

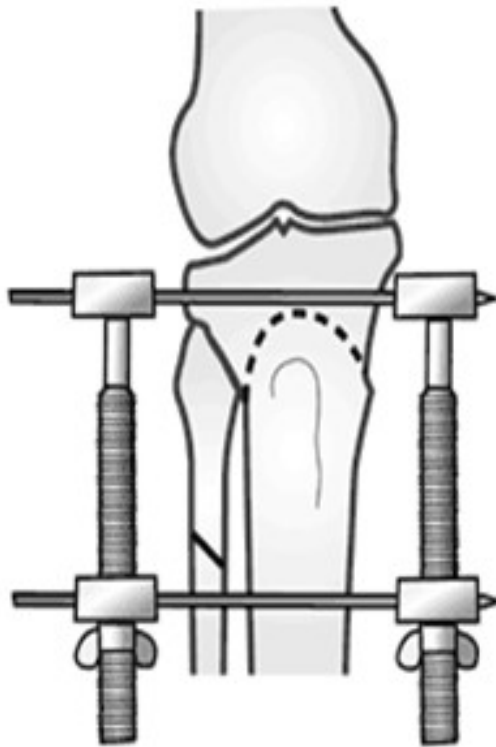


Figure 33 : ostéotomie curviplane : fixation externe en cadre de Blaimont[51].

3. Les suites post-opératoires d'une ostéotomie tibiale de valgisation :

La rééducation précoce est entamée dès le lendemain de l'intervention. C'est un complément essentiel du traitement. Elle permet de maintenir la mobilité articulaire, d'avoir une bonne position du membre, de prévenir les complications d'alitement prolongé et rendre au malade son autonomie rapidement.

Il s'agit d'une rééducation assistée ou activo-passive puis active [108] [109].

Les premiers jours postopératoires, la rééducation comprend trois parties: celle des troubles trophiques, la rééducation articulaire et la rééducation à visée musculaire [109].

La rééducation des troubles trophiques a pour but de lutter contre l'œdème en utilisant différents moyens, dont en particulier la surélévation du membre inférieur, la contraction musculaire de la jambe et du pied homolatéraux par flexion dorsale et plantaire et inversion-éversion, et enfin la contraction statique du quadriceps.

La rééducation articulaire sera si possible effectuée en actif aidé.

La mobilisation est aidée par une assistance manuelle fournie par le kinésithérapeute chargé de commencer, d'accompagner ou de terminer le mouvement.

La rééducation à visée musculaire comprend essentiellement la contraction isométrique du quadriceps.

Dès le 5^{ème} jour, le malade pourra commencer le béquillage sans appui. Le malade doit comprendre que toute contrainte excessive au niveau du genou est formellement proscrite, en particulier la surcharge pondérale [109].

Le but de cette rééducation est d'aboutir à une flexion normale ou subnormale au bout de 30 jours, le patient poursuivra sa rééducation chez lui jusqu'au 2ème mois [108,110].

III. PROTHESES UNICOMPARTIMENTALES

L'arthroplastie par prothèse unicompartmentale est une arthroplastie non contrainte où la stabilité du genou est assurée par les formations capsuloligamentaires. Leur but est de remplacer les surfaces articulaires fémorales et tibiales, internes ou externes, certains les utilisant même pour les atteintes bicompartmentales [57].

Les complications propres à cette arthroplastie sont représentées surtout par la détérioration du compartiment fémoro-tibial controlatéral, souvent liée à une hypercorrection. Les complications septiques paraissent moins fréquentes que pour les autres arthroplasties.

Les arthroplasties unicompartmentales viennent en compétition avec les ostéotomies dans le traitement des gonarthroses latéralisées.

Pour **Rand** [59], elles sont indiquées chez les sujets de plus de 70 ans, pesant moins de 90 kg, sédentaires, même lorsque la mobilité du genou en flexion est inférieure à 90° ou lorsque le flessum est supérieur à 15°, avec une déformation angulaire inférieure à 20°, sans subluxation, et sans antécédents septiques.

Les contre-indications absolues à une prothèse totale unicompartmentale sont : l'arthrose fémoro-tibiale globale ou les rhumatismes inflammatoires, l'atteinte clinique fémoro-patellaire franche, une désaxation frontale supérieure à 20°, l'absence des 2 ligaments croisés, la distension des formations capsulo-ligamentaires de la convexité.



Figure 34: Prothèse Uni-compartmentale [61].

IV. Prothèse totale [60] :

Les prothèses tri-compartmentales ont pour but de remplacer les surfaces articulaires fémoro-tibiales et fémoro-patellaires.

Ce remplacement prothétique doit aboutir à un genou mobile, stable et bien axé.

Les indications des prothèses totales tri-compartmentales du genou restent controversées, selon la confiance que l'on accorde aux autres interventions possibles dans les atteintes dégénératives du genou. Elles sont indiscutables devant un rhumatisme inflammatoire du genou, une gonarthrose atteignant les compartiments fémoro-tibiaux et fémoro-patellaire, et en général dans tous les cas où l'ostéotomie de réaxation est sûrement dépassée. Elles entrent en compétition avec une ostéotomie chez les sujets de plus de 70 ans,

devant une arthrose unicompartmentale avancée (stades 3 et 4 d'Ahlback), en cas de chondrocalcinose articulaire ou d'atteinte fémoro-patellaire importante.

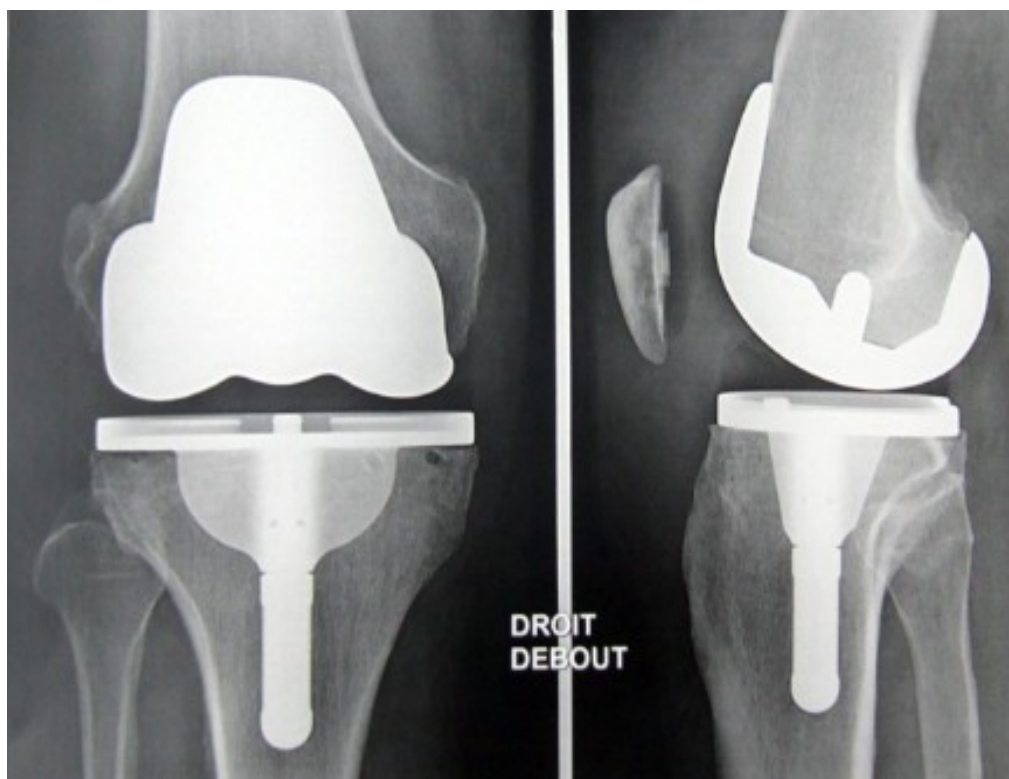


Figure 35: Prothèse tri-compartmentale [61].

LES COMPLICATIONS DE **L'OSTEOTOMIE TIBIALE DE** **VALGISATION**

Il existe plusieurs complications précoces ou tardives. Elles sont souvent dues à une mauvaise sélection des patients ou à une erreur technique lors de l'opération.

Les connaître doit permettre de les prévenir.

1. La rupture de la charnière externe

C'est une complication relativement fréquente. Il faut insister sur l'importance du respect de la charnière latérale, et le rôle de sa rupture dans la survenue d'une perte de correction et d'un retard de consolidation [97].

2. Les fractures peropératoires :

Ce sont souvent des fractures verticales intra articulaire du plateau tibial dues à une erreur technique. Elles varient de 1 à 5 % selon la littérature.

Dans l'ostéotomie d'ouverture interne, c'est une fracture du plateau tibial externe tandis que dans l'ostéotomie de soustraction, c'est le plateau interne qui est fracturé.

Tout est question de charnière ostéo-périostée (position, fragilisation). Il est recommandé de laisser une épaisseur minimale de 2 cm d'épiphyse tibiale afin de limiter ce risque.

3. La lésion du nerf sciatique poplité externe :

C'est une complication fréquente surtout pour les grandes corrections, mais leur fréquence est dépendante de la technique utilisée, ainsi leur survenu au cours des OTV par ouverture est exceptionnel [80].

4. Les complications thromboemboliques :

Le diagnostic est souvent méconnu en l'absence d'examen écho-doppler veineux. Ce risque est diminué aussi par la prise systématique d'anticoagulant à bas poids moléculaire à titre préventif jusqu'à la reprise de l'appui complet.

Au moindre doute et en fonction des données de l'examen clinique, sont effectuées une écho-doppler et une phlébographie.

5. L'infection du site opératoire :

On rencontre soit des infections profondes du site opératoire pouvant nécessiter l'ablation du matériel d'ostéosynthèse, parfois associées à une arthrite septique, soit plus souvent des infections superficielles liées à une souffrance cutanée, nécessitant des soins locaux et une antibiothérapie simple pour guérir .

Elle reste rarement décrite dans la littérature [65,100,101]. On a coutume d'utiliser désormais une antibioprophylaxie systématique au cours du geste opératoire.

6. Le syndrome des loges :

Il est rare, il est surtout présent dans l'ostéotomie par fermeture externe et concerne la loge antéro-externe de la jambe. Les facteurs de risques sont comme ailleurs, un temps de garrot trop long, une mauvaise hémostase, une fermeture de l'aponévrose trop étanche sans drainage, une dissection traumatique large, un bandage trop serré. Dans certains cas, il existe un défaut de diagnostic à cause du bloc analgésique tronculaire [99].

7. La nécrose cutanée :

Cette complication peut provoquer une infection plus profonde. Elle est plus fréquente dans les ostéotomies internes car la peau est fine et n'est pas protégée par du muscle. L'utilisation de matériel d'ostéosynthèse volumineux est aussi un risque [102].

8. Démontage du matériel d'ostéosynthèse :

C'est une complication exceptionnelle, rarement rencontrée au cours de l'OTV.

9. La raideur articulaire

C'est une complication très rare, car l'OTV est une chirurgie extra-articulaire, souvent séquellaire d'une algodystrophie. L'OTV n'a pas d'influence sur la mobilité articulaire [100, 103, 104] mais aura un moins bon résultat s'il existe déjà une raideur due cette fois à l'arthrose [99].

10. L'algodystrophie :

Le genou est une localisation moins fréquente que l'épaule, la main ou la cheville mais certains cas ont été rapportés. La lutte contre la douleur post opératoire semble être le meilleur moyen de prévention.

11. Retard de consolidation et pseudarthrose :

L'OTV de soustraction est moins souvent sujette à cette complication compte tenu de la mise en compression du foyer d'ostéotomie. Quant à l'OTV d'ouverture, tout dépend de la technique opératoire.

Il n'est plus recommandé de laisser le foyer d'ostéotomie sans comblement osseux sauf pour des ouvertures minimales moins de 5° [67] sinon c'est affaire de chirurgien. Certains privilégient les substituts osseux pour éviter la morbidité du site donneur, d'autres préfèrent s'assurer d'une bonne consolidation avec du greffon osseux autologue.

12. Défaut de correction :

Cette complication a plusieurs facteurs possibles :

- préopératoire : lors de l'examen clinique (si une laxité interne n'a pas été prise en compte), ou lors du pangonogramme (si le genou n'a pas été parfaitement aligné).
- Lors de la planification, il peut y avoir une erreur de calcul du coin osseux.
- En peropératoire, cela survient par une erreur technique quelconque (broches guides mal orientées, trait d'ostéotomie trop court).

Le défaut de correction a une incidence directe sur le résultat fonctionnel à distance, Le degré de correction post opératoire est le facteur décisif pour la survie à long terme de l'ostéotomie [80, 100, 101].

13. La perte de correction :

Elle est le fait de l'évolution de l'arthrose interne le plus souvent et d'un moment d'adduction élevé malgré un genou normo axé [106].

La perte de correction s'aggrave si le sujet reste hypo ou normo corrigé, et en cas d'arthrose interne évoluée stade 3 ou 4 d'Ahlback [80, 101, 65]

Parfois la perte de correction est due à un défaut d'ostéosynthèse ou à une remise en charge trop précoce.

14. L'hypercorrection et la dégradation du compartiment externe :

Même si tous les auteurs s'accordent à hypercorriger les ostéotomies de valgisation tibiales, il ne faut pas dépasser un certain degré au risque de voir se dégrader le compartiment externe. Ainsi il est recommandé de se limiter donc à 6° de valgus [80].

MATERIELS ET METHODES

I. MATERIELS :

Notre travail est une étude rétrospective étalée sur une période de 8 ans du janvier 2010 au Janvier 2018, et qui s'intéresse à 20 cas de gonarthrose fémoro-tibiale interne sur genou varum, pris en charge au service de chirurgie orthopédique et traumatologique A du CHU HASSAN II de Fès et traités par ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne.

Le but de notre travail est d'évaluer les résultats cliniques et radiologiques des ostéotomies tibiales de valgisation par addition interne dans le traitement de la gonarthrose sur genou varum, et de les comparer à ceux d'autres séries rapportées par la littérature et ainsi d'en tirer les conclusions pratiques conformes à notre contexte.

Nous avons utilisé :

- Les registres des hospitalisations.
- Une fiche de renseignement pour chaque patient.
- Le traitement des résultats par le logiciel Word 2017 et Excel 2017.

1. Critères d'inclusion :

- Une gonarthrose fémoro-tibiale sur genu varum, soit un angle HKA inférieur à 180° sur un pangonogramme en charge, relevant d'un traitement conservateur par ostéotomie tibiale de valgisation, c'est-à-dire avec :
 - Compartiment externe sain.
 - Absence d'arthrose fémoro-patellaire évoluée (stade III ou IV d'Iwano).
 - Pas de laxité supérieure à 10°.

2. Critères d'exclusion :

- Age <15ans
- Antécédent d'infection locale.
- Les déviations extrêmes de plus de 20°.

II. METHODE D'EVALUATION (FICHE D'EXPLOITATION) :

Nous avons consulté les registres d'hospitalisation du Service de Traumatologie d'où nous avons répertorié tous les traités par ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne.

L'exploitation de tous les dossiers retrouvés dans les archives année par année et les dossiers des patients suivis dans le service.

Les renseignements ont été répertoriés sur une fiche d'exploitation élaborée à cet effet après convocation des malades en consultation.

➤ Les variables étudiées étaient les suivantes :

- Epidémiologiques : âge, sexe, côté atteint, facteurs étiologiques, durée d'évolution, traitement médical pris.
- Radiologiques : classification de l'arthrose fémoro-tibial, degré d'angulation corrigé, classification de l'arthrose fémoro-patellaire, pente tibiale et hauteur rotulienne.
- Données thérapeutiques : technique chirurgicale.
- Complications : précoces, secondaires, tardives.
- Evolution : Appréciation des résultats fonctionnels et radiologiques, et du degré de satisfaction des patients.

➤ Obstacles et difficultés :

- Difficultés de gestion et de conservation des dossiers des patients.
- Dossiers et adresses des patients souvent incomplets.

Fiche d'exploitation :

N° du dossier :

Date d'admission : Date de sortie :

Nom et prénom :

Age :

Sexe : H ☐ F ☐

Côté atteint : D ☐ G ☐

Profession :

Antécédents médicaux

.....

Antécédents chirurgicaux

Antécédents traumatiques :

IMC :

Les étiologies : Genou varum primitif ☐ Genou varum secondaire ☐

Durée d'évolution :

Suivie médicale de la maladie :

Traitement médical pris :

Clinique :

–Douleur fémoro–tibiale :

✓ Topographie : unilatérale ☐ bilatérale ☐

✓ Type : mécanique ☐ inflammatoire ☐ mixte ☐

✓ Intensité : EVS (échelle verbale simple)

0	1	2	3	4
Absente	Faible	modérée	Intense	extrêmement intense

–Douleur fémoro–patellaire : oui ☐ non ☐

–Périmètre de la marche :

–Nécessité de cannes : oui ☐ non ☐

–Ecart inter–condylien :

– Mobilité :

 Amplitude de la flexion :

 Amplitude de l'extension :

–Stabilité :

–Etat cutané du membre : varices ☐ troubles trophiques ☐

–Epanchement : oui ☐ non ☐

– Signes inflammatoires : oui ☐ non ☐

–Craquement : oui ☐ non ☐

–Blocage articulaire : oui ☐ non ☐

–Examen locorégional :

 ✓ Membre inférieure homolatérale :

 L'état de l'articulation :

 L 'état cutané.....

 L'état vasculaire

 L'état neurologique

 ✓ Membre inferieure controlatéral.....

Bilan Radiologique :

- Radiographie standard du genou face et profil en charge ☐
- Incidence de schuss ☐
- Incidence fémoro-patellaire 30°,60°,90° de flexion ☐

1. Arthrose

- Fémoro-tibiale Interne ☐
- Fémoro-tibiale Externe ☐
- Fémoro-patellaire ☐

2. Stade de l'arthrose fémoro-tibiale interne (classification d'Ahlback) :

I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐

3. Stade de l'arthrose fémoro-patellaire (classification d'IWANO) :

I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐

4. Pente tibiale :

5. Hauteur rotulienne :

- Télé goniométrie en appui bipodal avec mesure des angles ☐

1.Degré de la déviation angulaire :

Intervention :

- Date :
- Type :
- Bilan réalisé :
.....
- Type d'anesthésie: AG ☐ rachianesthésie ☐
- Antibioprophylaxie: oui ☐ non ☐
- Installation:
- Garrot pneumatique: oui ☐ non ☐

- Amplificateur de brillance : oui ☐ non ☐
- Voie d'abord:
- Comblement : greffe cortico-spongieux ☐ substitut osseux ☐
- Type d'ostéosynthèse :
- Saignement per-opératoire: oui☐ non☐
- Drainage: oui ☐ non ☐
- Autres :
-

Suites post-opératoires:

- Antalgiques: oui ☐ non ☐
- Antibiotiques : oui ☐ non ☐
- Anticoagulants: oui ☐ non ☐
- Immobilisation post opératoire : oui ☐non ☐ temps :
- Autorisation d'appui : oui ☐ non ☐ temps :
- Rééducation: oui ☐ non ☐ modalités :.....

Complications précoces :

- La rupture de la charnière externe: oui ☐ non ☐
- Fractures peropératoires : oui ☐ non ☐
- lésions vasculo-nerveuses : oui☐ non ☐
- Accidents thrombo-emboliques : oui☐ non☐
- Sepsis : oui ☐ non☐

Complications secondaires :

- Syndrome de loge : oui☐ non☐
- Nécrose cutanée : oui☐ non☐
- Démontage du matériel d'ostéosynthèse : oui ☐ non☐

Complications tardives

Raideur : oui ☐ non ☐

Retard de consolidation et pseudarthrose : oui ☐ non ☐

Algodystrophie : oui ☐ non ☐

Recul :

Résultats cliniques post-opératoires :

Résultats cliniques : score IKS

– Douleur :

– Mobilité en flexion :

– Stabilité antéro-postérieure :

– Stabilité médio-latérale :

– Flessum :

– Déficit d'extension active :

– Alignement anatomique :

– Périmètre de marche :

– Escaliers :

– Déductions :

Score :

Classement :

Excellent ☐ Bon ☐ Moyen ☐ Mauvais ☐

Excellent ☐ Bon ☐ Moyen ☐ Mauvais ☐

Résultats radiologiques post-opératoires :

– Délai de consolidation :

– Degré de la déviation angulaire post-opératoire : ☐ valgus ☐ varus

– Evolution de la gonarthrose fémoro-tibiale interne (**Ahlback**) :

– pente tibiale :

– hauteur rotulienne :

Satisfaction du patient :

Très satisfait : ☐

Moyennement satisfait : ☐

Non satisfait : ☐

Reprise des activités :.....

Reprise : oui ☐ non ☐

Ostéotomie ☐

Prothèse totale du genou ☐Prothèse unicompartmentale du genou ☐

III. APPRECIATION DES RESULTATS

Le suivi a été possible grâce à l'étude des différents comptes rendus des patients ainsi que les résultats radiologiques présents en consultation.

1. Recul

Les résultats chez nos patients ont été évalués avec un recul de 3 ans en moyenne avec un minimum de 6 mois et un maximum de 8 ans.

2. Résultats

1.1. Critères d'appréciation des résultats :

a. évaluation clinique :

Nous avons classé les genoux opérés selon le **score IKS** (International Knee Society), version française de **score OKS** (Oxford Knee Score).

L'avantage de ce score est son universalité, aujourd'hui ce score dit IKS est adopté par tout le monde. Cependant, il reste dépendant de l'examineur lors de l'examen de laxité résiduelle, et subjectif pour les malades dans le cadre de l'appréciation de la douleur.

b. évaluation radiologique :

Le bilan radiologique a associé :

- Une radiographie des genoux de face et profil en charge.
- Une radiographie en schuss de face à 30° de flexion, des vues axiales des rotules à 30° et 60° de flexion.
- Une goniométrie du membre inférieur en charge et des clichés dynamiques
 - Nous avons opté la **classification d'AHLBACK** pour classer l'arthrose fémoro-tibiale selon le stade radiologique, et la **classification d'IWANO** pour étudier l'usure fémoro-patellaire.
 - La déviation angulaire préopératoire et la correction en varus postopératoire

ont été mesurées sur un pangonogramme en appui bipodale, qui prend l'ensemble du membre inférieur, allant des épines iliaques antéro-supérieures au calcanéum. Ces angles sont toujours corrigés de 3° de valgus physiologique.

➤ Pour étudier la pente tibiale, nous avons utilisé la **méthode de MOORE HARVEY**, qui consiste à la détermination de l'angle entre la tangente du plateau tibiale médial et la perpendiculaire à la tangente à la corticale postérieure du tibia.

- Pour étudier la hauteur rotulienne, nous avons utilisé l'**indice de Caton-Deschamps** :

Le rapport AT/AP (AP = longueur articulaire de la rotule ; AT = distance entre le bord inférieur de la surface articulaire de la rotule et le bord antérosupérieur du tibia) est normalement égal à 1 ; il est identique chez l'homme et chez la femme. AT/AP = $0,96 \pm 0,134$ chez l'homme et $0,99 \pm 0,129$ chez la femme.

On parle de rotule haute lorsque le rapport AT/AP est $\geq 1,2$ et de rotule basse quand le rapport est $\leq 0,6$.

Cotation de la knee society

✓ Score genou (sur 100 points)

Douleur:

- Aucune:.....50 points
- Légère ou occasionnelle :.....45 points
- Uniquement dans les escaliers :.....40 points
- A la marche dans les escaliers :.....30 points
- Modérées, occasionnelles :.....20 points
- Modérées, permanentes :.....10 points
- Sévères :.....0 point

Flexion:

- 125°:.....25 points

Tous les 5° en moins, diminution de 1 point

Flessum:

- Entre 5 et 10° :.....2 points
- Entre 11 et 15° :.....5 points
- Entre 16 et 20°10 points
- > 20° :.....15 points

Stabilité antéro-postérieure:

- <5 mm:.....10 points
- Entre 5 et 10mm:.....5 points
- >10 mm:.....0 point

Stabilité médio-latérale:

- <5°:.....15 points
- Entre 6 et 9°:.....10 points

- Entre 10 et 14°:.....5 points

Déficit d'extension active :

- < à 10°.....5 points
- 11 à 20 °.....10 points
- >à 20°.....-15 points

Alignement anatomique :

- 5 à 10°.....0 point
- 0 à 4.....-3 par degré
- 11 à 15°-3 par degré
- Autre.....20 par degré

✓ **Score fonction** (sur 100 points)

Périmètre de marche:

- Illimité:.....50 points
- > 1000 m :.....40 points
- Entre 500 et 1000m :.....30 points
- < 500m.....20 points
- Intérieur seulement :.....10 points
- Incapacité :.....0 point

Escaliers:

- Montée et descente normale :.....50 points
- Montée normale, descente avec la rampe :.....40 points
- Montée et descente avec la rampe :.....30 points
- Montée avec la rampe, descente asymétrique :.....15 points
- Montée et descente asymétrique :.....10 points
- Incapacité :.....0 point

Déductions :

- Pas de canne :0 point
- 1 canne :5 points
- 2 cannes :10 points
- Cannes anglaises ou déambulateur20 points

Les résultats pour le genou et la fonction globale sont ensuite classés comme suit:

- **Excellent :** 85 à 100 points
- **Bon :** 70 à 84 points
- **Moyen :** 60 à 69 points
- **Mauvais :** <60 points

RESULTATS

ET ANALYSES

I. RESULTATS EPIDEMIOLOGIQUES :

1. L'âge :

L'âge de nos patients au moment de l'intervention variait entre 35 ans et 60 ans, avec une moyenne d'âge de 51 ans.

La répartition des classes d'âge des patients opérés est représentée sur la figure 36, montrant un pic entre 55 et 60 ans avec la totalité des patients ne dépassant pas 60 ans.

Tableau 1 : Répartition des malades selon l'âge

Age	Nombre de cas	Pourcentage
35-40	2	10%
40-45	3	15%
45-50	3	15%
50-55	5	25%
55-60	7	35%
Total	20	100%

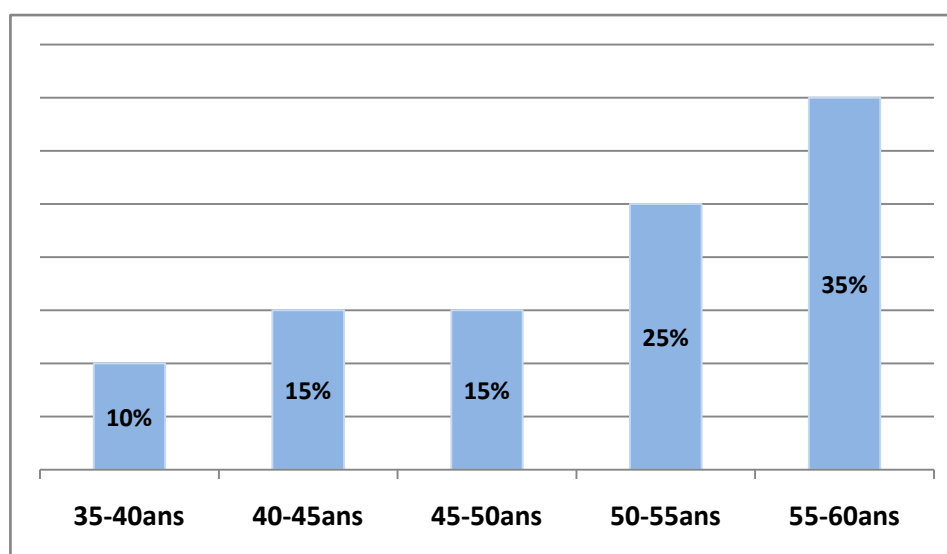


Figure 36 : Répartition des malades selon l'âge.

2. le sexe :

On a observé une nette prédominance féminine avec 15 femmes soit 75% et 5 hommes soit 25%. Le sexe ratio dans notre série est de 1H /3 F

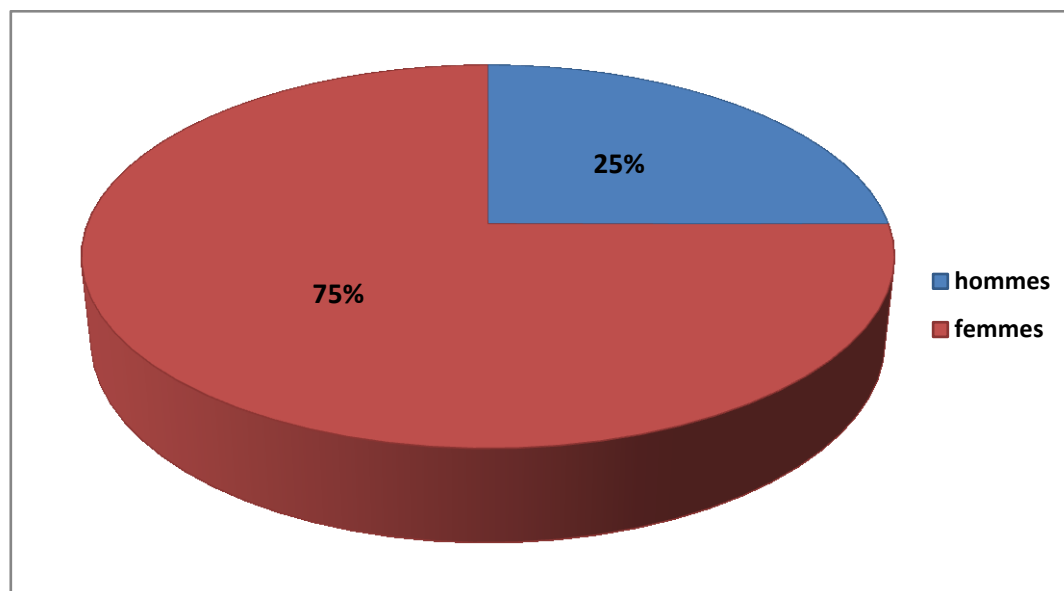


Figure 37: répartition des patients selon le sexe

3. Côté atteint :

Le côté droit était atteint dans 13 cas soit 65%, le côté gauche dans 7 cas soit 35%.

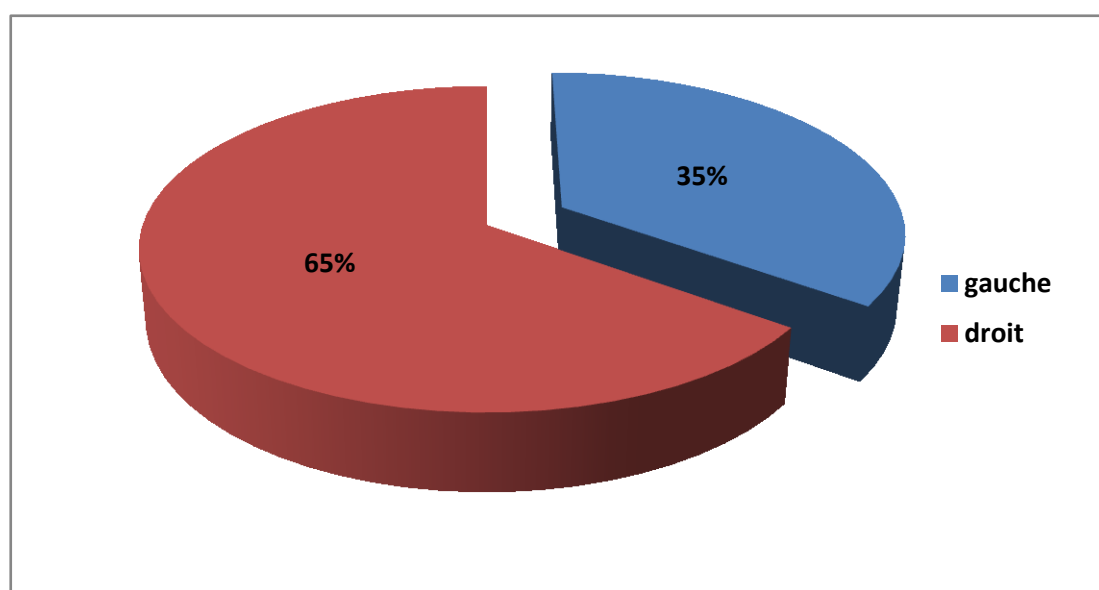


Figure 38: répartition selon le côté atteint

4. les facteurs étiologiques

4.1. Antécédents médicaux :

14 patients n'avaient pas d'antécédents médicaux particuliers, pour le reste des patients, les antécédents étaient représentés par :

- HTA sous traitement : 3 cas
- Diabète sous traitement : 2 cas
- Néphropathie : 1 cas

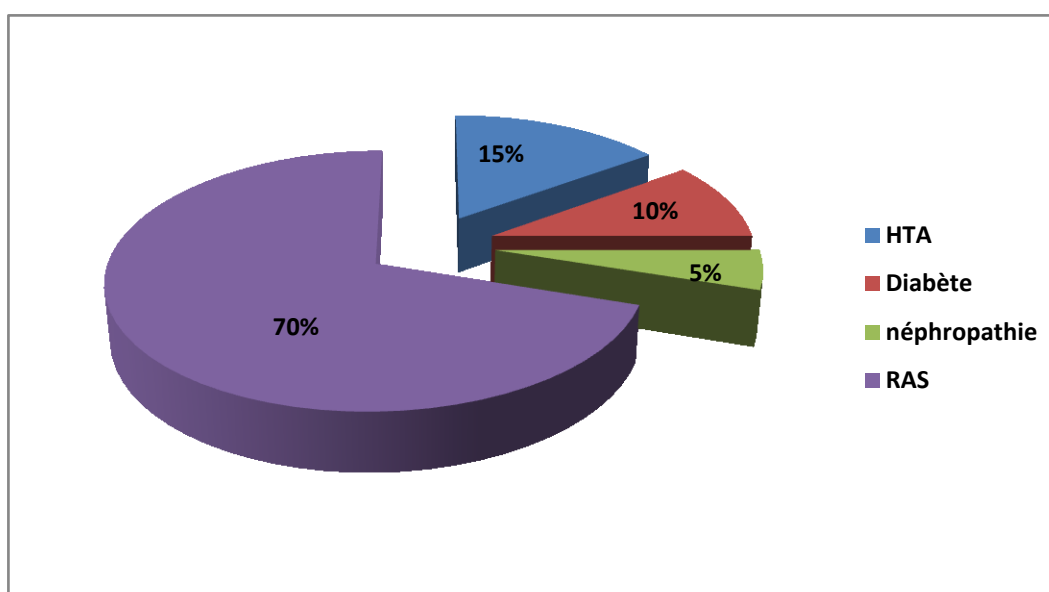


Figure 39 : Répartition des patients selon leurs antécédents médicaux

4.2. Antécédents chirurgicaux :

- 2 cas de ménisectomie interne
- 1 cas d'hernie inguinale gauche opérée
- 1 cas d'hystérectomie

4.3. Antécédents traumatiques:

Nous avons relevé 2 cas de traumatisme du genou dont :

- 1 suite à un accident de sport (absence de document).
- 1 suite à un accident de la voie publique traité traditionnellement (jbira).

4.4. L'indice de masse corporelle :

La surcharge pondérale est un facteur aggravant la gonarthrose par augmentation des contraintes mécaniques exercées sur le genou. Pour évaluer cette surcharge chez nos patients, nous avons utilisé l'indice de masse corporelle (IMC).

IMC moyen de nos patients était de **28.6** avec des extrêmes allant de 23 à 37.

La majorité de nos patients étaient en surpoids.

Tableau 2: L'indice de masse corporelle (IMC) chez nos patients

Valeur et signification de l'IMC	Nombre et sexe des patients
16.5–18.5 : Maigre	0
18.5–25 : Corpulence normale	2 (1 Femme– 1 Homme)
25–30 : Surpoids	12 (9 Femmes –3 Hommes)
>30 : Obésité	6 (5 Femmes – 1 Homme)

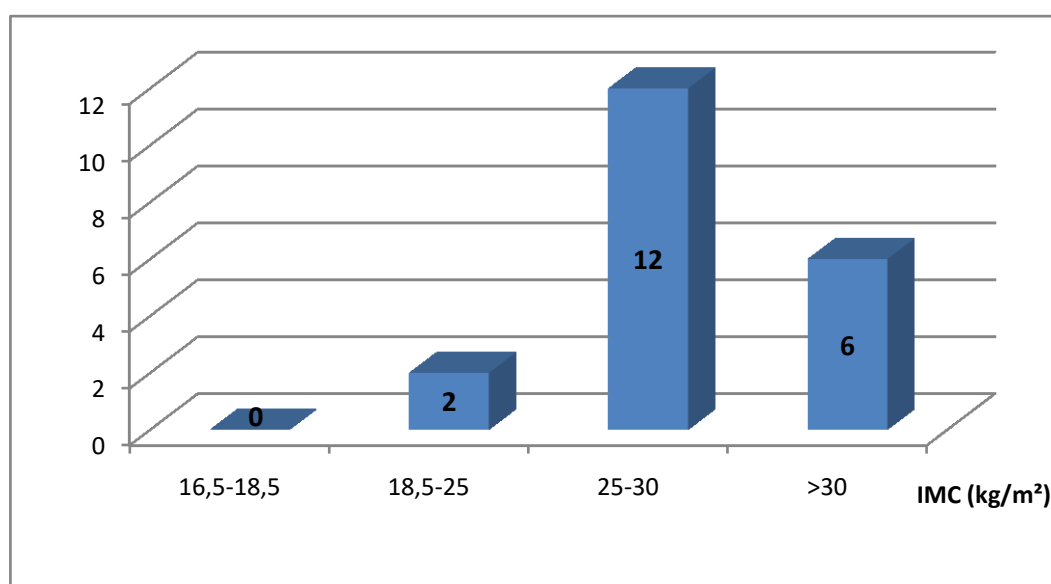


Figure 40: Répartition des patients selon l'IMC.

4.5. Les étiologies :

Dans notre série, la gonarthrose était sur genu varum primitif dans 16 cas, soit 80%. Alors qu'elle était sur genu varum secondaire dans 4 cas, soit 20% : 2 cas de traumatisme de genou et 2 cas de méniscectomie.

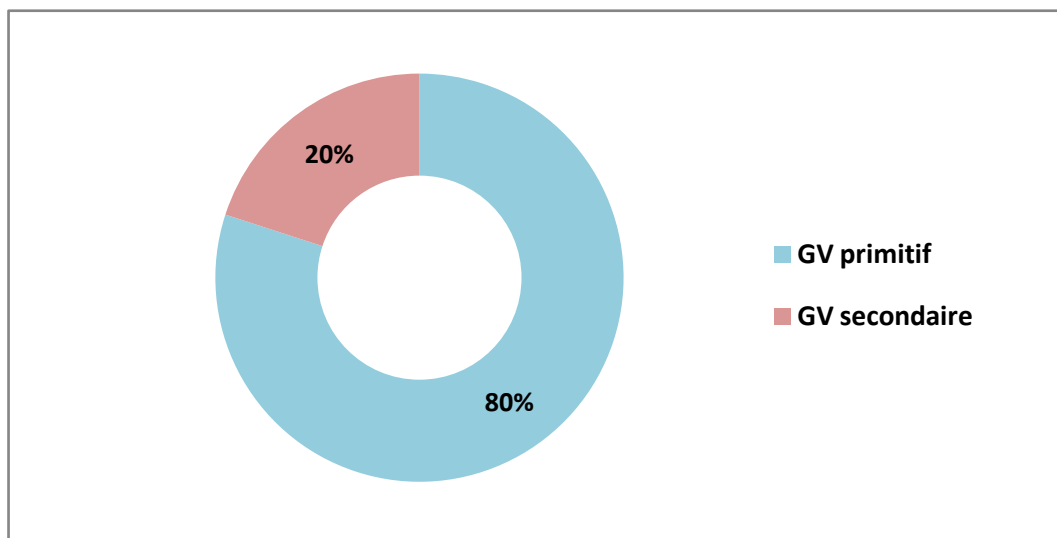


Figure 41 : Répartition selon l'étiologie du genou varum

4.6. Durée d'évolution :

La durée d'évolution de la gonarthrose dans notre série variait entre 6 mois et 10 ans, avec une moyenne de 3 ans.

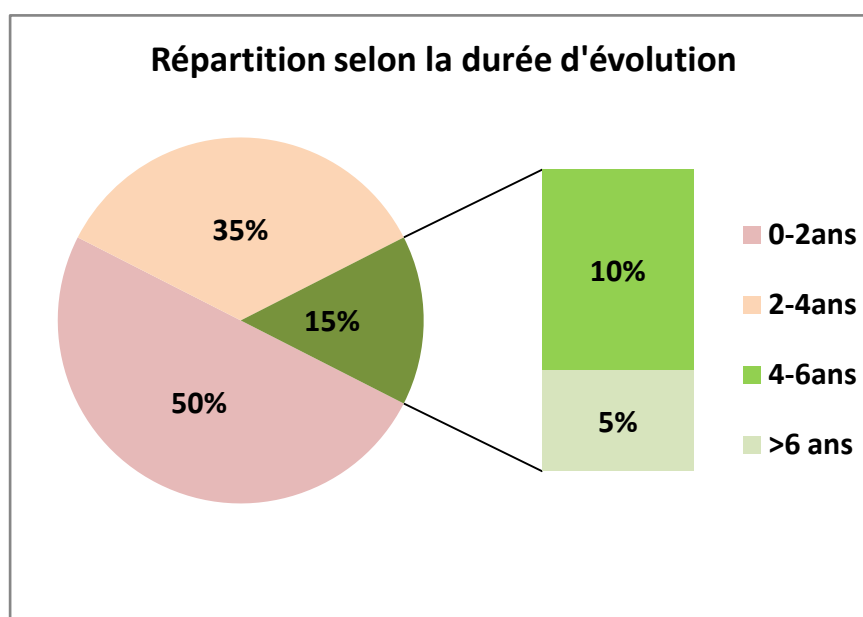


Figure 42: Répartition des patients selon la durée d'évolution

4.7. Suivi médical de la maladie :

13 de nos patients étaient suivis médicalement soit 65%, alors que 7 patients soit 35% étaient non suivis.

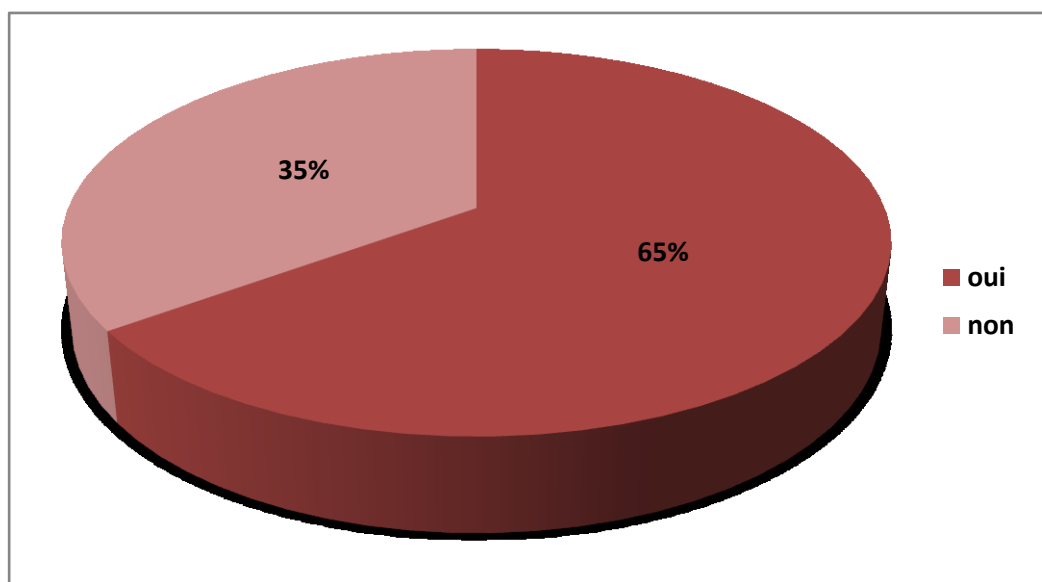


Figure 43: Répartition des patients selon le suivi médical de la maladie.

4.8. Traitement médical pris :

Les patients suivis ont bénéficié de différents traitements avant la chirurgie à type de :

- Antalgiques.
- Anti-inflammatoires non stéroïdiens.
- Injection intra articulaire de corticoïdes.
- Injection intra articulaire d'acide hyaluronique.
- Rééducation.

Ces traitements sont diversement associés chez les patients.

II. RESULTATS CLINIQUES :

1. Signes fonctionnels :

1.1. Douleur fémoro-tibiale :

Elle a été le motif principal qui a poussé les patients à consulter devant sa persistance, son exacerbation ou l'échec des traitements symptomatiques.

a. Topographie de la douleur :

La douleur siège le plus souvent en regard du compartiment interne, s'accroissant lors de l'effort physique, à la marche, à la station debout et disparaissant au repos, cette douleur a été :

- unilatérale dans 16 cas (80%) et bilatérale dans 4 cas (20%)

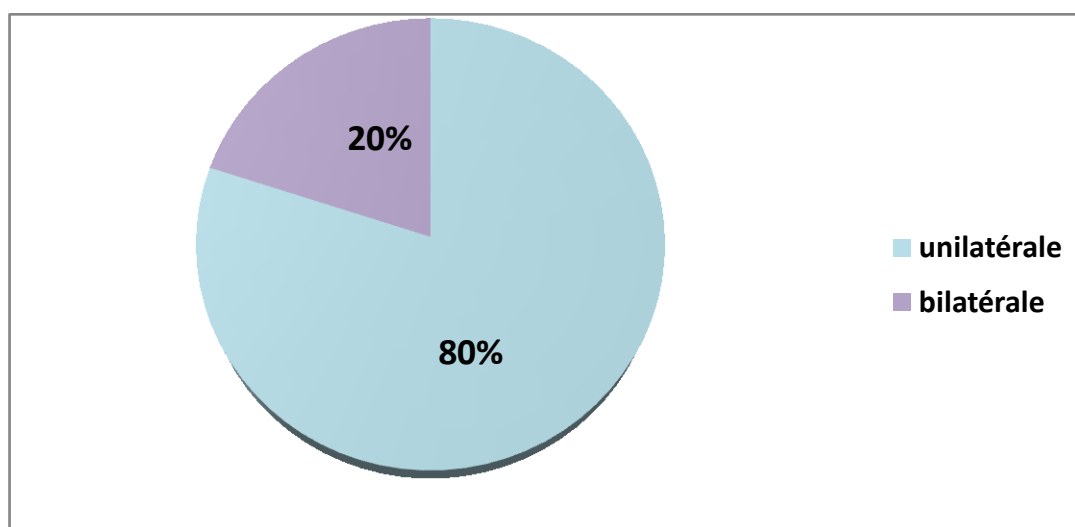


Figure 44: topographie de la douleur (unilatérale /bilatérale)

b. Type de la douleur

Dans notre série, la douleur a été de type mécanique dans 15 cas, soit 75%, de type inflammatoire dans 2 cas soit 10% et de type mixte dans 3 cas soit 15%.

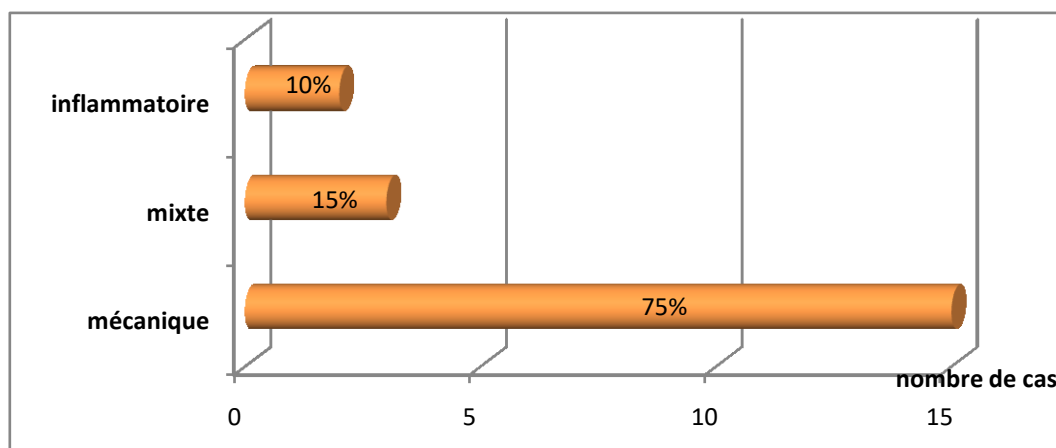


Figure 45: Répartition selon le type de la douleur

c. Intensité de la douleur:

L'analyse de l'intensité de la douleur peut être réalisé à l'aide de plusieurs classifications (IKS, Guepar...), mais vu la difficulté de leur application sur nos dossiers, nous avons adopté l'échelle verbale simple permettant de classer nos patients en 5 groupes :

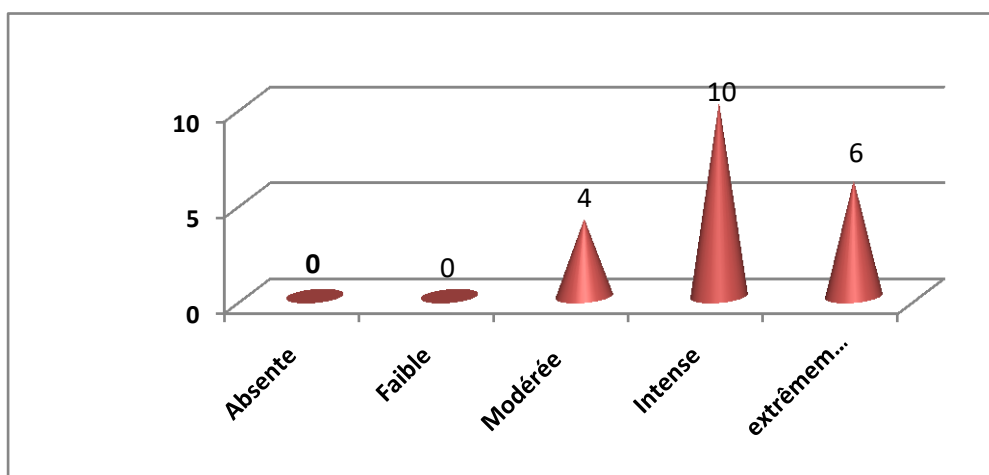


Figure 46 : Répartition des patients selon l'intensité de la douleur (échelle visuelle simple)

Ainsi la moitié de nos malades avaient une douleur intense (niveau 3 sur l'échelle visuelle simple).

1.2. La douleur fémoro-patellaire :

La présence d'un syndrome douloureux fémoro-patellaire, a été signalée chez 2 patients, soit environ 10% des cas, sous forme d'une gêne douloureuse siégeant en avant du genou, s'aggravant lors de la montée et la descente des escaliers et lors de l'accroupissement.

L'examen clinique de ces malades avait révélé un signe de rabot positif. Ce signe reflète une souffrance fémoro-patellaire.

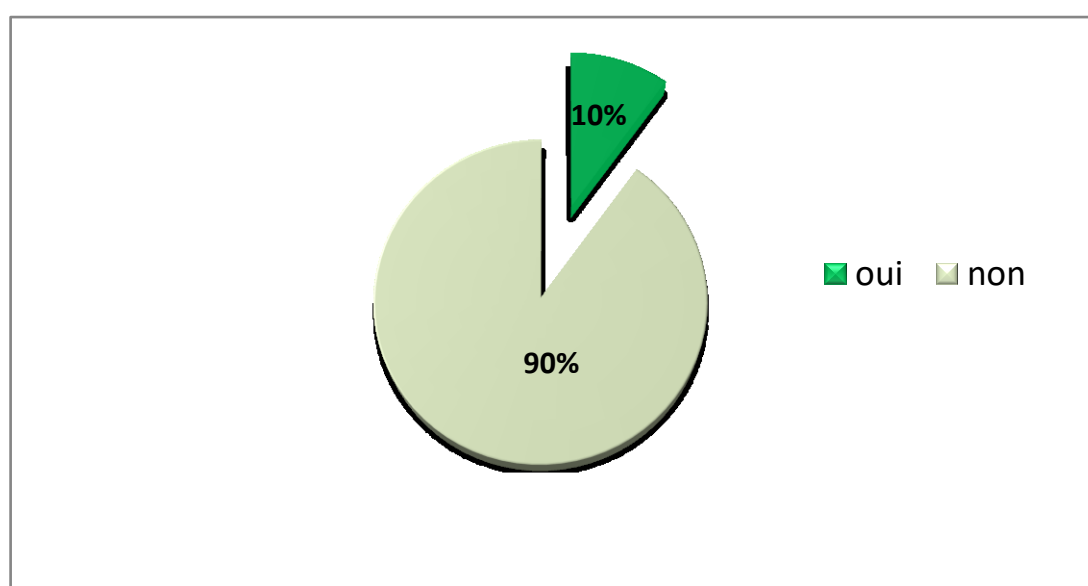


Figure 47: Répartition des patients selon la présence d'un syndrome fémoro-patellaire

1.3. Trouble de la marche

On a constaté une limitation du périmètre de la marche (PM) chez la majorité de nos patients (70% des patients) ; avec parfois une boiterie et/ou une nécessité de canne, en effet :

- PM < 500 mètres : 4 cas.
- 500 < PM < 1000 mètres : 10 cas.
- PM > 1000 mètres : 6 cas.

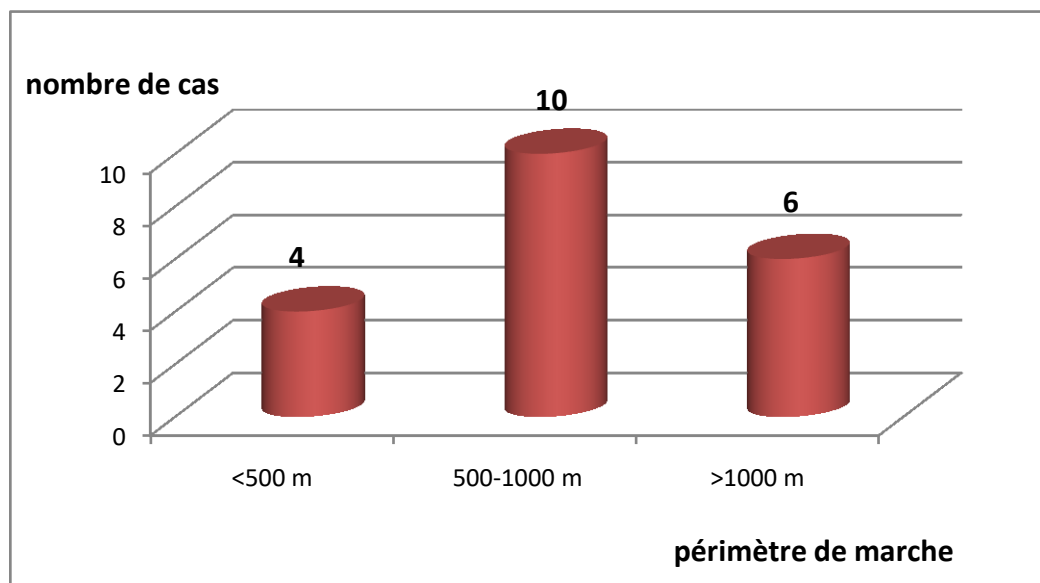


Figure 48 : Répartition des patients selon les anomalies de la marche

Chez 14 patients, on a constaté une diminution du périmètre de la marche, qui est devenu inférieure à 1000 mètres.

On note que 2 patients utilisaient une canne, et 1 patient ayant une boiterie d'esquive.

2. L'examen clinique :

2.1. L'inspection :

L'inspection des membres inférieurs de nos patients montre :

- Une déformation en genu varum étant évaluée cliniquement par la mesure de l'écart intercondylien :
 - L'écart intercondylien moyen était de 4 travers de doigts, avec des extrêmes de 3 et 5 travers de doigts.



Figure 49 : Genu varum bilatéral avec un écart intercondylien de 4 travers de doigts.

(Service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès)

- Un cas d'amyotrophie quadricipitale.
- Un seul cas de tuméfaction articulaire.
- Pas de signes inflammatoires en regard du genou en question.
- Pas de troubles trophiques.

2.2. la palpation :

a. La mobilité :

- Les différents degrés de flexion dans notre série en pré-opératoire sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau3 : Amplitudes de flexion pré-opératoires.

Degrés de flexion	< 90°	90° _ 120°	>120°
Nombre de patients	1 cas (5%)	6 cas (30%)	13 (65%)

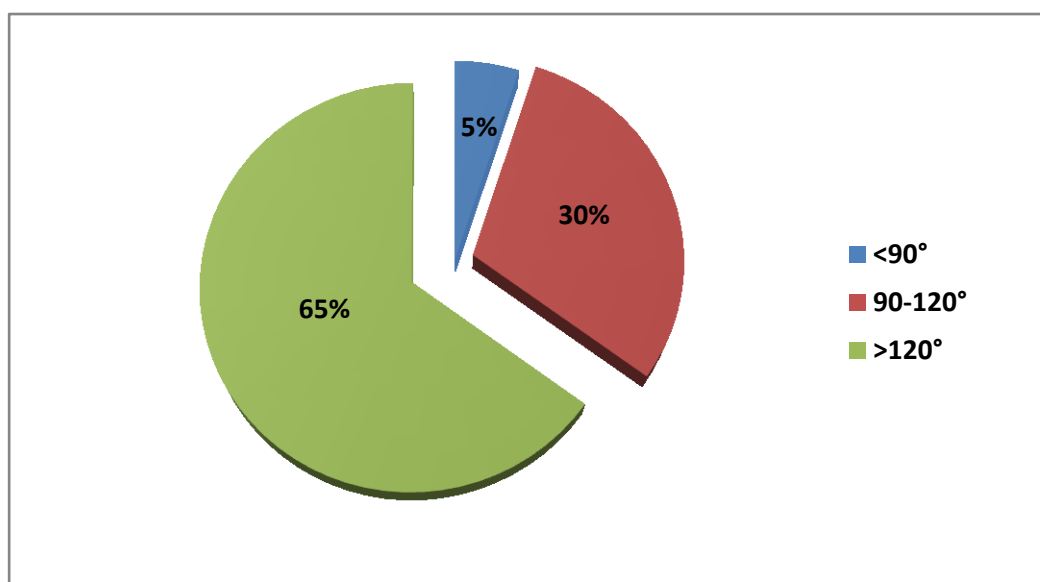


Figure 50 : Répartition en fonction du degré de flexion préopératoire du genou

Ainsi on a obtenu une limitation de la flexion chez 7 malades, dont 1 inférieure à 90°, et conservation de cette dernière chez 13 malades. L'extension était conservée chez tous nos patients

- La recherche d'un flexum a permis de noter 2 cas de flexum de 5° soit 10% des cas.

b. La stabilité

Notre série comporte :

- un cas de laxité ligamentaire externe.
- un cas de laxité ligamentaire antérieure (avec un tiroir antérieur et signe de Lachman positifs à l'examen) chez qui une ligamentoplastie a été programmée après l'ostéotomie.

2.3. Examen locorégional :

a. Membre inférieur homolatéral :

Dans le but d'apprécier les articulations sous et sus-jacentes, l'état cutané, l'état vasculaire (pouls périphériques, varices), l'état neurologique, la qualité musculaire avec la mesure d'une éventuelle hypotrophie.

Dans notre série on note une absence d'anomalies à l'examen de la hanche ou de la cheville chez tous nos patients.

b. Membre inférieur controlatéral :

Examen du genou opposé de manière comparative, le membre opposé (hanche) et le rachis, ce qui permet d'éliminer les pathologies radiculaires, les coxopathies et les artériopathies. Pour notre part on a noté une douleur à la palpation avec genu varum controlatéral chez 4 patients soit 20% des cas.

III. RESULTATS RADIOLOGIQUES :

1. Bilan réalisé :

Tous nos patients ont bénéficié d'un bilan radiologique préopératoire comportant :

- Radiographie standard du genou face et profil.
- Radiographie standard du genou face et profil en charge.
- Télé goniométrie en appui bipodal avec mesure des angles.

15 de nos patients ont bénéficié en plus du bilan précédent d'une radiographie en :

- Incidence de schuss.
- Incidence fémoro-patellaire à 30°-60° de flexion.

2. Résultats :

2.1. Arthrose fémoro-tibiale :

Elle se traduit radiologiquement par la présence d'un pincement de l'interligne articulaire, remaniement de l'os sous-chondral et parfois d'ostéophytes. Elle siègeait au niveau du compartiment interne chez tous nos patients. Pour évaluer l'importance de l'arthrose nous avons adopté la classification d'AHLBACK :

Ainsi, nous avons obtenu dans notre série :

- Dans le stade I : 4 cas soit 20%.
- Dans le stade II : 14 cas soit 70%.
- Dans le stade III : 2 cas soit 10%.
- Dans le stade IV et V : 0 cas

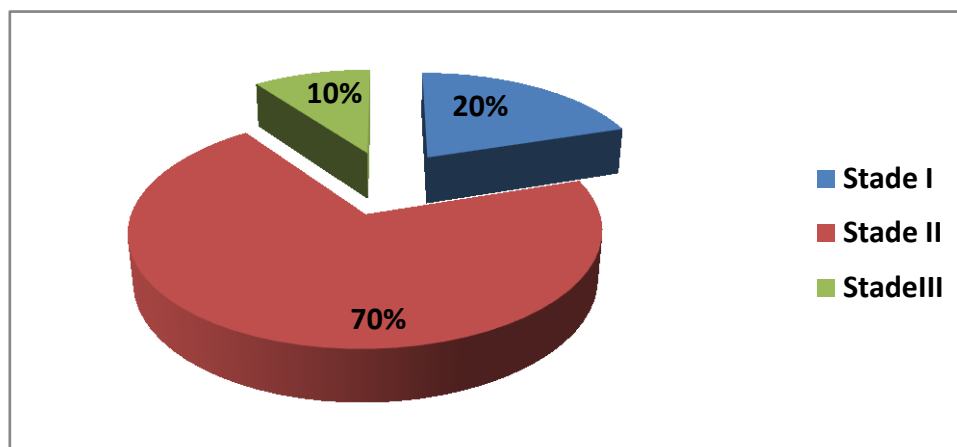


Figure 51 : Répartition selon la stadification radiologique de la gonarthrose chez nos patients selon Ahlback.

La gonarthrose stade II d'Ahlback été objectivée chez 14 de nos malades (soit 70%), alors que le stade I et III chez 6 malades (soit 30%).

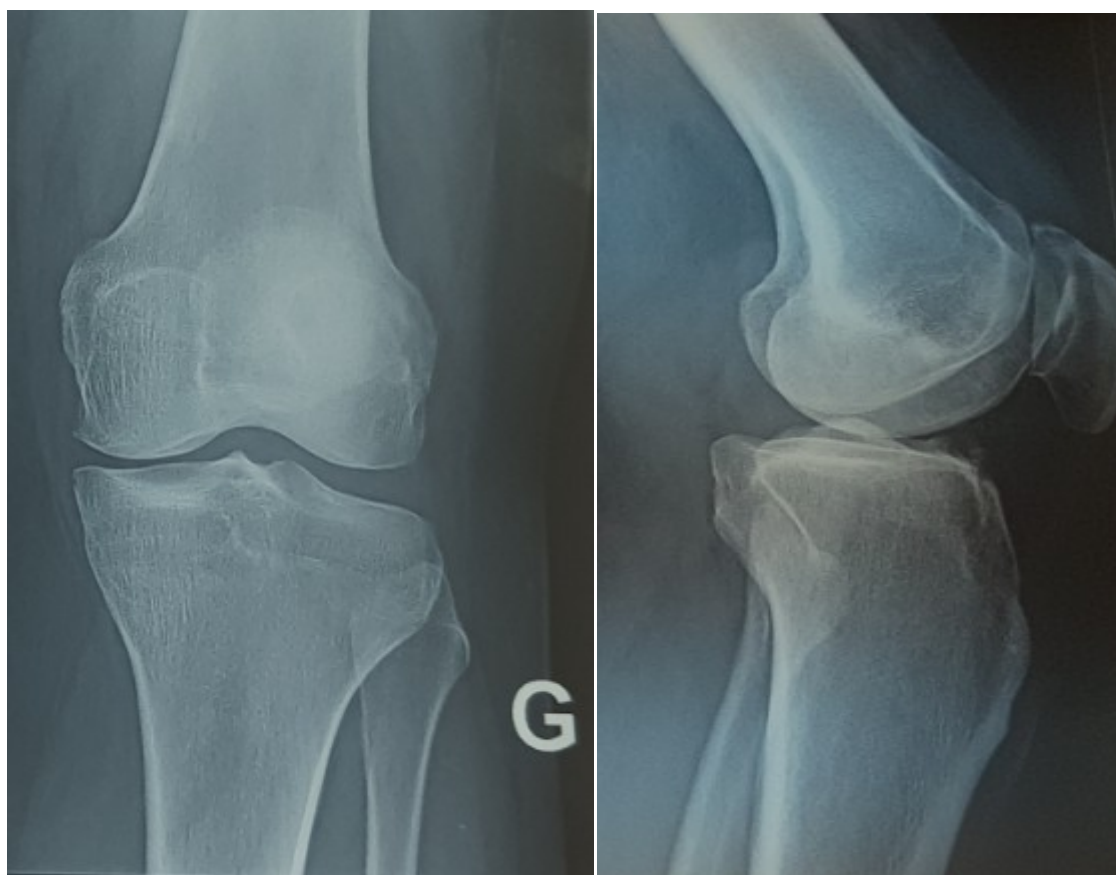


Figure 52 : Femme de 48 ans, IMC=28 : Radiographies standards de face et profil du genou gauche montrant un pincement de l'interligne fémoro-tibial médial.
(Service de chirurgie traumatologique et orthopédique A CHU Hassan II Fès).

2.2. La déviation angulaire :

Mesurée sur le pangonogramme en appui bipodal. C'est la déviation angulaire frontale ou angle fémoro-tibial mécanique ; est l'angle aigu formé par l'axe mécanique du fémur (reliant le centre de la tête fémorale et le centre du genou) et l'axe mécanique du tibia (reliant le centre du genou et le centre de la cheville).

Cet angle est toujours corrigé de 3° de valgus physiologique :

- $DAC = DAM + DAP$
- DAC : déviation angulaire corrigée.
- DAM : déviation angulaire mesurée.
- DAP : déviation angulaire physiologique (=valgus physiologique qui est de 3°).

Pour les 20 ostéotomies réalisées dans notre série, la désaxation moyenne préopératoire était de 12° avec des extrêmes de 6° et 19°.

Tableau 4 : Résultats radiologiques du stade la gonarthrose et de la déviation angulaire corrigée :

Patients	Stade de la gonarthrose	Déviation angulaire corrigée
1	I	6.5°
2	III	19°
3	II	12°
4	II	7°
5	II	10°
6	II	15.7°
7	I	7.3°
8	II	8°
9	II	6°
10	II	17°
11	III	15°
12	II	15.5°
13	II	17°
14	II	11.5°
15	I	11.5°
16	II	9.5°
17	I	14.8°
18	II	7°
19	II	12°
20	II	15.5°

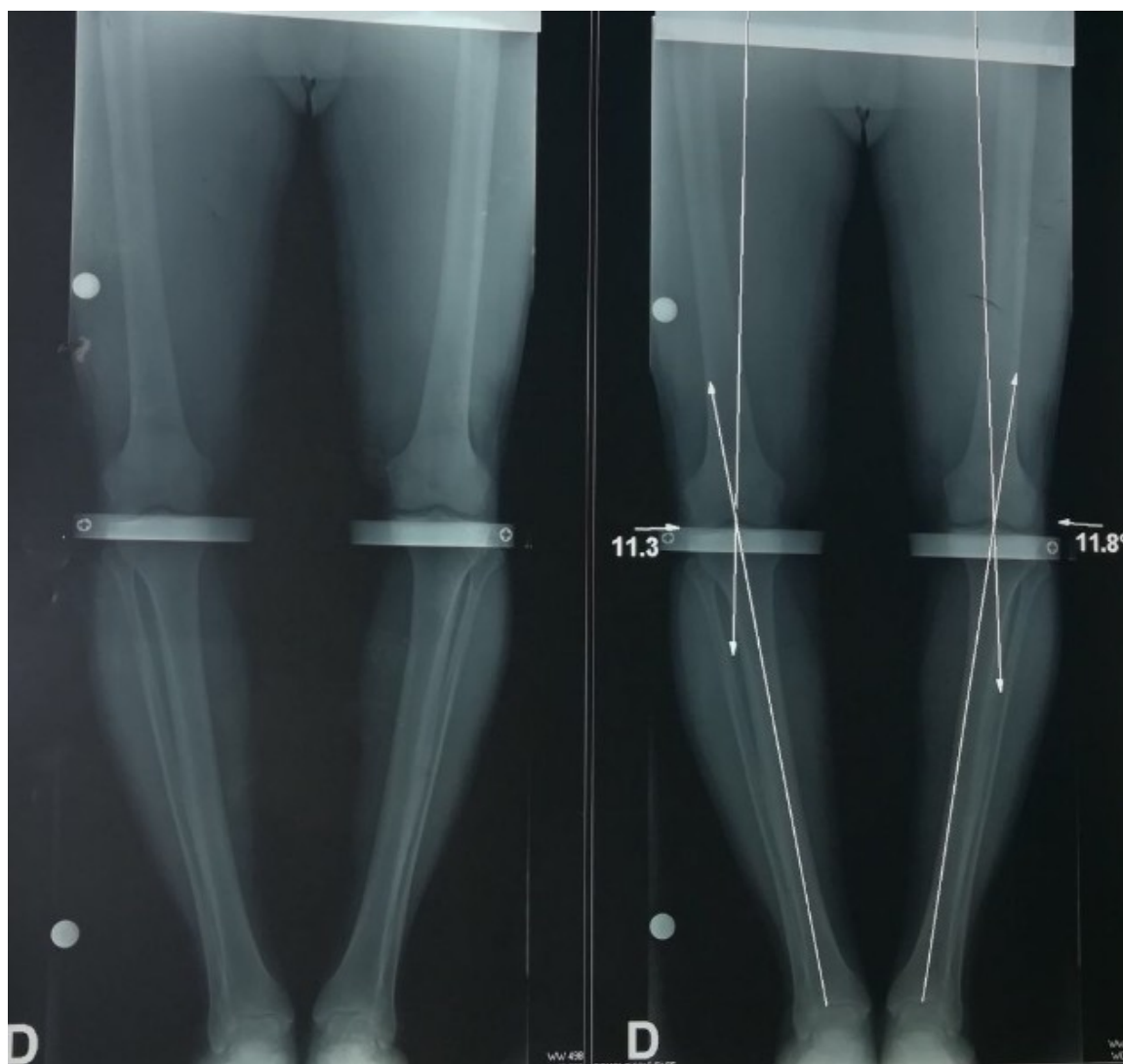


Figure 53 : Pangenogramme en appui bipodal montrant un genu varum bilatéral , une
DAC de 14.3° à droite et 14.8° à gauche. (Service de chirurgie traumatologique et
orthopédique A CHU Hassan II Fès)

2.3. L'arthrose fémoro-patellaire :

Etudiée sur les incidences axiales du genou fléchi à 30°, 60°, l'arthrose fémoro-patellaire n'a été retrouvée que chez 2 de nos patients soit 10%, stade I d'IWANO.

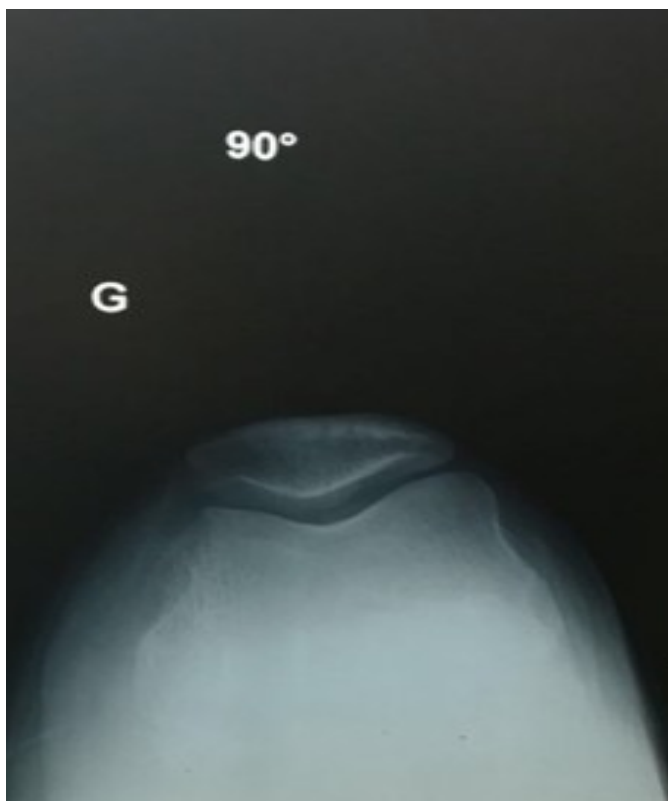


Figure 54: Femme de 50 ans ,IMC = 27 : Incidence fémoro-patellaire à 90° de flexion montrant une arthrose fémoro-patellaire stade I d'IWANO : Remodelage des surfaces osseuses sous-chondrales sans pincement significatif

IV. TRAITEMENT :

Il s'agit d'une ostéotomie tibiale de valgisation par addition interne chez tous nos patients.

1. Bilan pré-opératoire :

Dans le cadre du bilan pré-opératoire, tous nos patients ont bénéficiés d'un bilan complet fait de :

- Electrocardiogramme.
- Radiographie thoracique.
- Numération formule sanguine.
- Bilan d'hémostase : TP/TCK.
- Bilan rénal : Urée, créatinémie.
- Glycémie à jeun.

2. Type d'anesthésie :

Dans notre série 4 patients ont été opérés sous anesthésie générale soit 20% des patients, et 16 patients sous rachianesthésie soit 80% des patients.

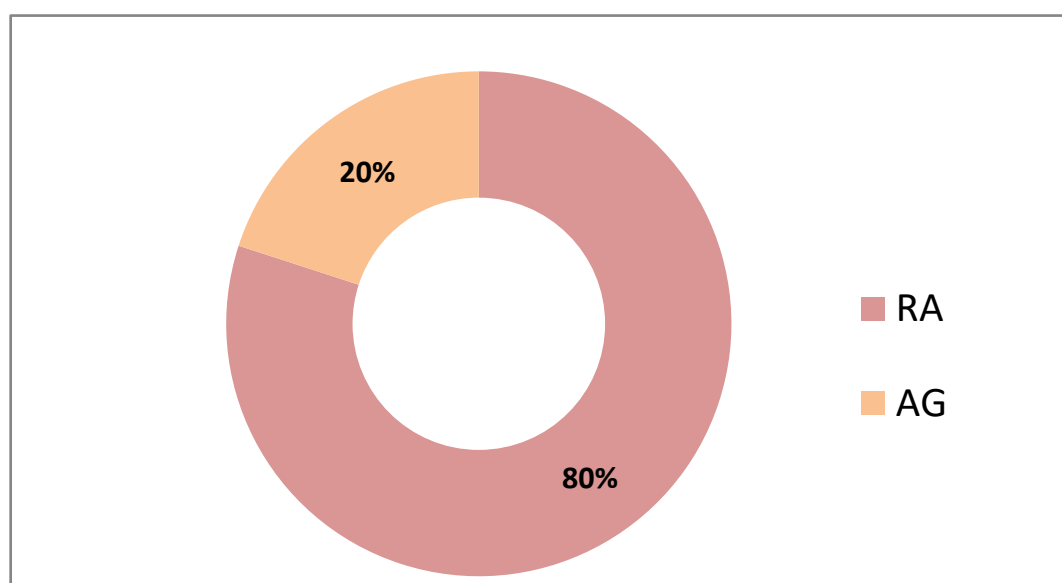


Figure 55 : Type d'anesthésie effectuée.

L'antibioprophylaxie a été administrée d'une façon systématique chez tous nos patients. Elle était à la base d'une amoxicilline acide clavulanique à la dose de 2 g, administrée par voie intraveineuse directe en peropératoire immédiat et poursuivie pendant 48h en postopératoire.

3. Installation du patient :

L'installation des patients était en décubitus dorsal avec garrot pneumatique à la racine du membre, et amplificateur de brillance est placé du côté opposé.

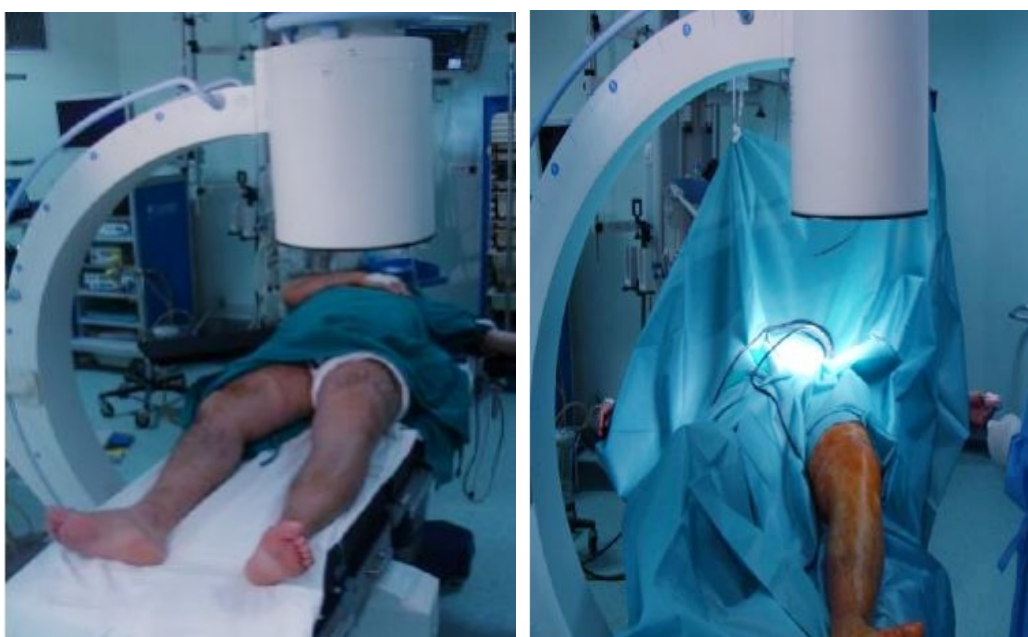


Figure 56 :Installation du malade, scope du côté controlatéral
(service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)

4. Voie d'abord :

Chez tous nos patients on a utilisé la voie d'abord antéro-interne oblique :

L'incision cutanée est oblique à la face antéro-interne du tibia, partant de la partie inférieure de la rotule en regard de l'interligne articulaire et s'arrêtant 5 à 6 cm au-dessous de la tubérosité tibiale antérieure. Cette incision pourra facilement être réutilisée lors d'une chirurgie prothétique ultérieure.



Figure 57 : Voie d'abord antéro-interne verticale en dehors de la tubérosité tibiale antérieure (service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès).

5. Déroulement de l'intervention :

- Incision cutanée puis sous cutanée et hémostase soigneuse.
- Incision du fascia.
- Désinsertion partielle des tendons de la patte d'oie et exposition de la face interne du tibia.
- Dégagement de la face profonde du tendon rotulien en avant, jusqu'à son insertion tibiale où sera protégé pendant le reste de l'intervention par un écarteur de Faraboeuf.
- L'ostéotomie siège dans la région tibiale métaphysaire interne, elle est sus tubérositaire, débutant 4cm sous l'interligne articulaire ; introduction de 2 broches guide sous amplificateur de brillance vers l'extrémité supérieure du péroné. L'obliquité de la broche (et donc du trait d'ostéotomie) peut être modifié en fonction de la taille du tibia et de l'importance de la correction à réaliser. Plus le trait est oblique, moins la correction sera importante.

- Contrôle scopique du bon positionnement des broches.
- Ostéotomie à la scie oscillante en s'appuyant sous les deux broches-guide, en commençant par la partie moyenne du tibia puis sur les faces antérieure et postérieure. Elle est complétée au ciseau à os surtout sur la corticale postérieure.



Figure 58: Mise de broche sous contrôle scopique : ostéotomie débutée par la scie oscillante et complétée au ciseau frappé

(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)

- Ouverture du site d'ostéotomie à l'aide de 2 ciseaux à os introduits le long de la lame de scie remise en place ; le ciseau supérieur est enfoncé un peu plus loin que le ciseau inférieur pour éviter le risque de fracture du plateau tibial latéral. Les ciseaux sont enfoncés jusqu'à environ 10 à 15 mm de la corticale latérale (l'ouverture est très progressive en rajoutant des ciseaux, jusqu'à ce que l'ouverture du trait corresponde à la planification préopératoire).

- Maintien de l'ouverture par un écarteur placé à la partie postéro-médiale du coin de l'ostéotomie tout en réalisant un valgus forcé, on vise une correction de (3°_6°) de valgus.
- La jambe sous l'ostéotomie est poussée en valgus pendant que le large ciseau maintient l'épiphyse en place et que le poing de l'aide est appliqué sur la face antéro-externe de la partie supérieure du tibia.
- La main valgissante de l'opérateur est placée sous le tendon d'Achille pour éviter toute flexion dans le foyer d'ostéotomie qui doit bailler plus en arrière qu'en avant.
- Fixation de l'ostéotomie par une plaque en T ou par une miniplaque réglable ostéoplus.

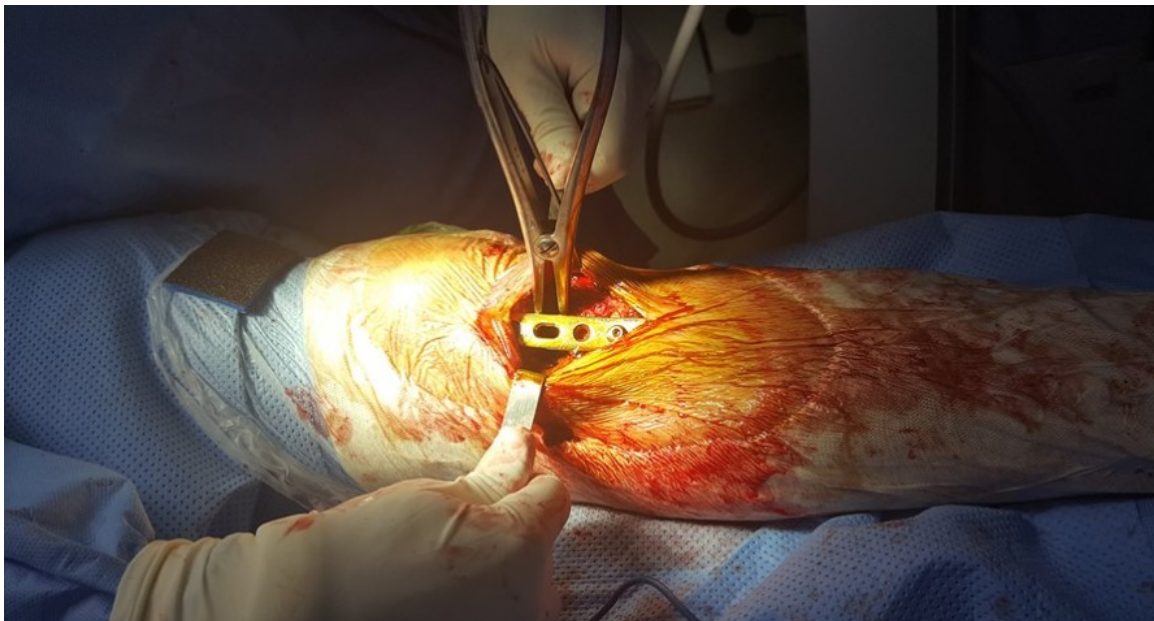


Figure 59 : Maintien de l'ouverture du foyer par un écarteur, et mise en place d'une plaque de fixation

(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)

- Méchage puis vissage.
- comblement de l'ouverture interne par du substitut osseux.
- Fermeture plan par plan sur drain de redon.

6. Le comblement :

Dans notre série le comblement était fait par du substitut osseux type céramique phospho-calciqque chez tous nos malades (Les hydroxyapatites synthétiques).

7. Type de l'ostéosynthèse

Dans notre série la fixation du foyer de l'ostéotomie était assurée par :

- plaque vissée osteoplus : 12cas.
- plaque vissée en T : 8cas.



Figure 60 : Fixation peropératoire du foyer de l'ostéotomie par une plaque vissée en T
(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)



Figure 61 : Ostéosynthèse terminée

(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)

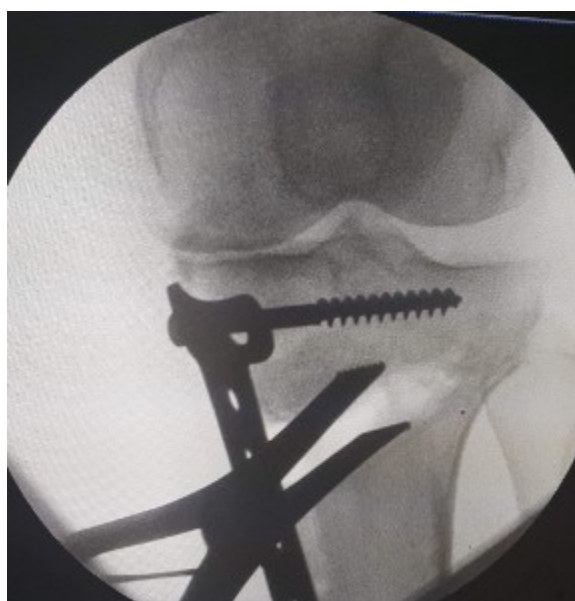


Figure 62 : contrôle scopique du positionnement des vis

(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)

8. Contrôle radiologique post-opératoire :



Figure 63 : ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne fixée par une plaque en T, comblement par du substitut osseux.

(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)



Figure 64 : ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne fixée par une plaque osteopius, comblement par du substitut osseux
(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)

9. Les suites post-opératoires :

Tous nos patients ont reçu :

- Une Antibioprophylaxie à base d'Amoxicilline + Acide clavulanique durant 48 heures.
- Anticoagulants à dose préventive à base d'héparine à bas poids moléculaire jusqu'à reprise de la marche.
- Les Antalgiques administrés par voie intraveineuse ont été utilisés pendant 48h, avec relai par voie orale (antalgique du palier II).
- Le drain de Redon a été surveillé quotidiennement et enlevé entre J2 et J3 en moyenne.
- Tous nos patients ont bénéficié d'une rééducation du genou visant initialement le lever précoce avec apprentissage de l'utilisation des cannes, et puis le renforcement musculaire du quadriceps et la récupération des amplitudes articulaire après fin de l'immobilisation. Le nombre de séances prescrits aux malades était de 20 (+/-5) séances.
- L'appui contact était permis à 45 jours, et l'appui total était autorisé à 3 mois.

10. Ablation du matériel:

L'ablation du matériel était pratiquée chez 04 patients soit 20% des cas, pour le reste des malades le matériel est non gênant.

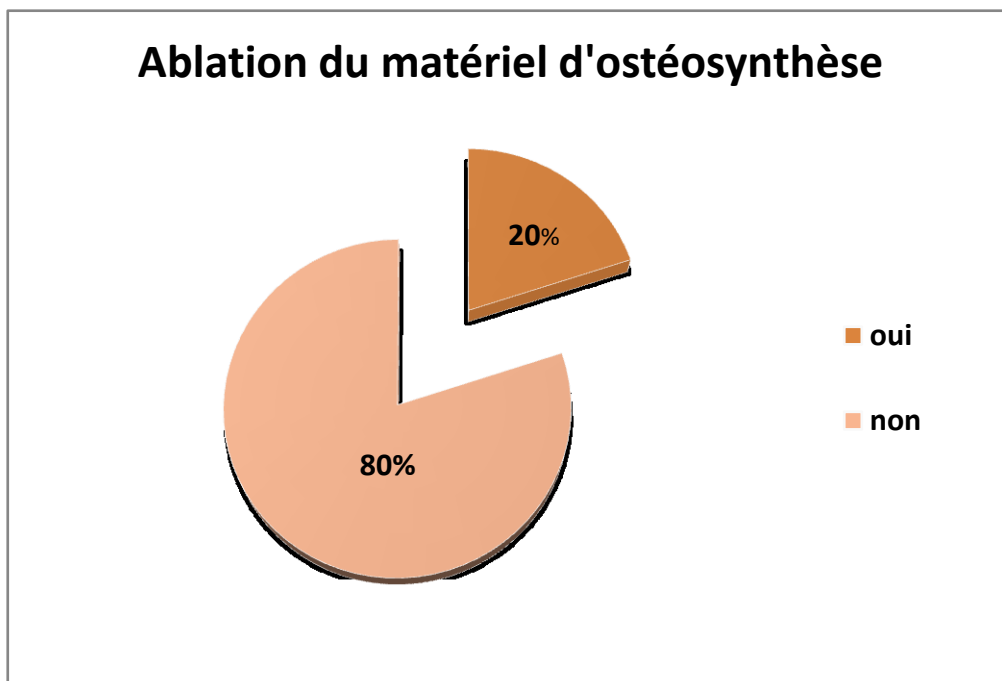


Figure 65 : Répartition des malades selon l'ablation du matériel d'ostéosynthèse



Figure 66 : Ablation du matériel d'ostéosynthèse chez un patient : plaque osteoplus

(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)

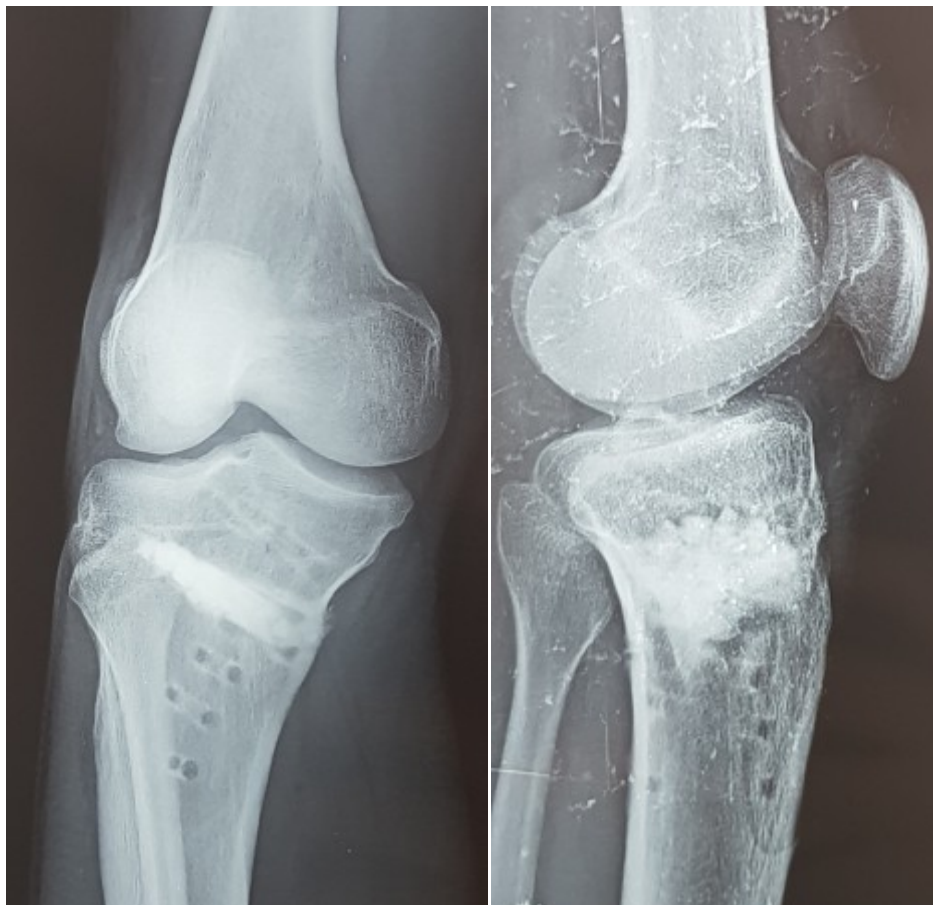


Figure 67 : radiographies de contrôle après ablation du matériel d'ostéosynthèse
(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)

V. RESULTATS GLOBAUX :

Après avoir contacté et convoqué les malades, on a revu 20 malades.

1. Recul :

Le recul moyen de notre série était de 3 ans avec des extrêmes allant de 6mois à 8ans.

2. Résultats cliniques :

2.1. Appréciation de la douleur :

La douleur, principal motif de consultation, est un symptôme essentiel à évaluer après l'intervention, car elle représente le critère de satisfaction le plus important.

Nous avons évalué la douleur en se référant à l'échelle visuelle simple :

Tableau 5: comparaison de la sévérité de la douleur préopératoire et postopératoire

(échelle visuelle simple) :

	Douleur absente	Douleur faible	Douleur modérée	Douleur intense	Douleur extrêmement intense
Etat préopératoire	0(0%)	0 (0%)	4 (20%)	10 (50%)	6 (30%)
Etat postopératoire	6 (30%)	7(35%)	5 (25%)	2 (10%)	0 (0%)

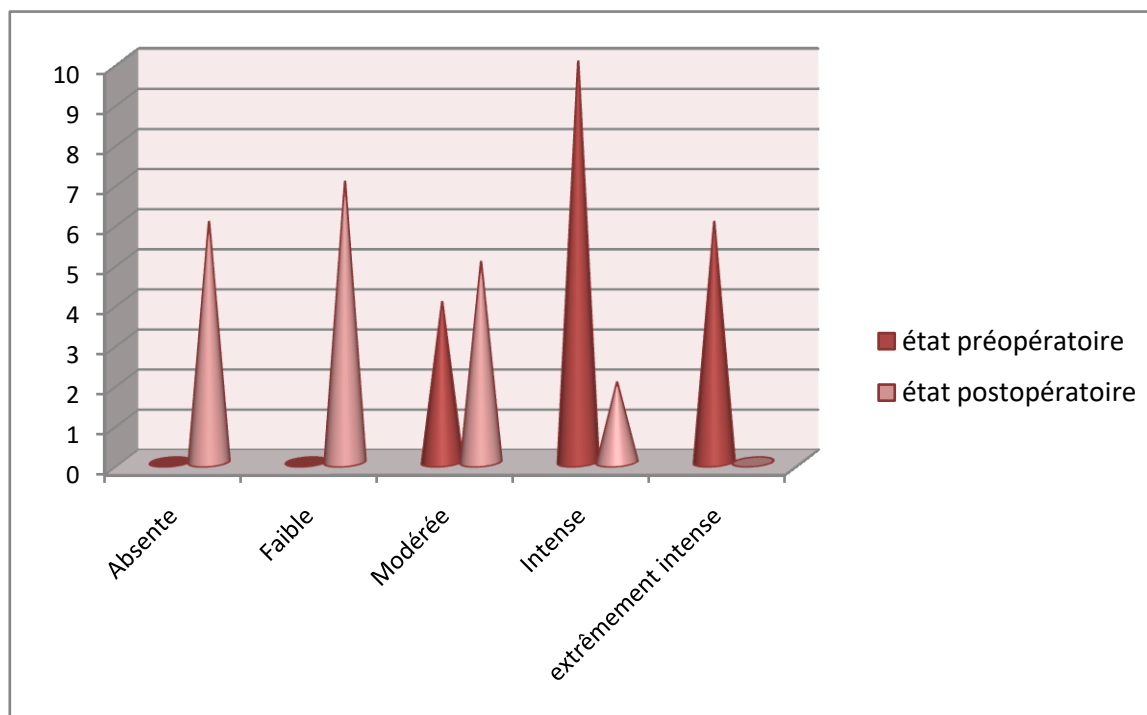


Figure 68 : Comparaison entre la douleur pré-opératoire et post-opératoire

Nous avons constaté une nette amélioration du syndrome douloureux en post-opératoire avec une douleur devenant faible ou absente dans 70% des cas contrairement à 0% des cas en pré-opératoire.

2.2. Appréciation de la mobilité articulaire :

Elle a été évaluée sur l'amélioration de la flexion du genou.

Tableau 6 : Comparaison de la flexion préopératoire et postopératoire

Flexion	<90°	90°-120°	>120°
Préopératoire	1 cas (5%)	6 cas (30%)	13 cas (65%)
Postopératoire	0 cas (0%)	4cas (20%)	16 cas (80%)

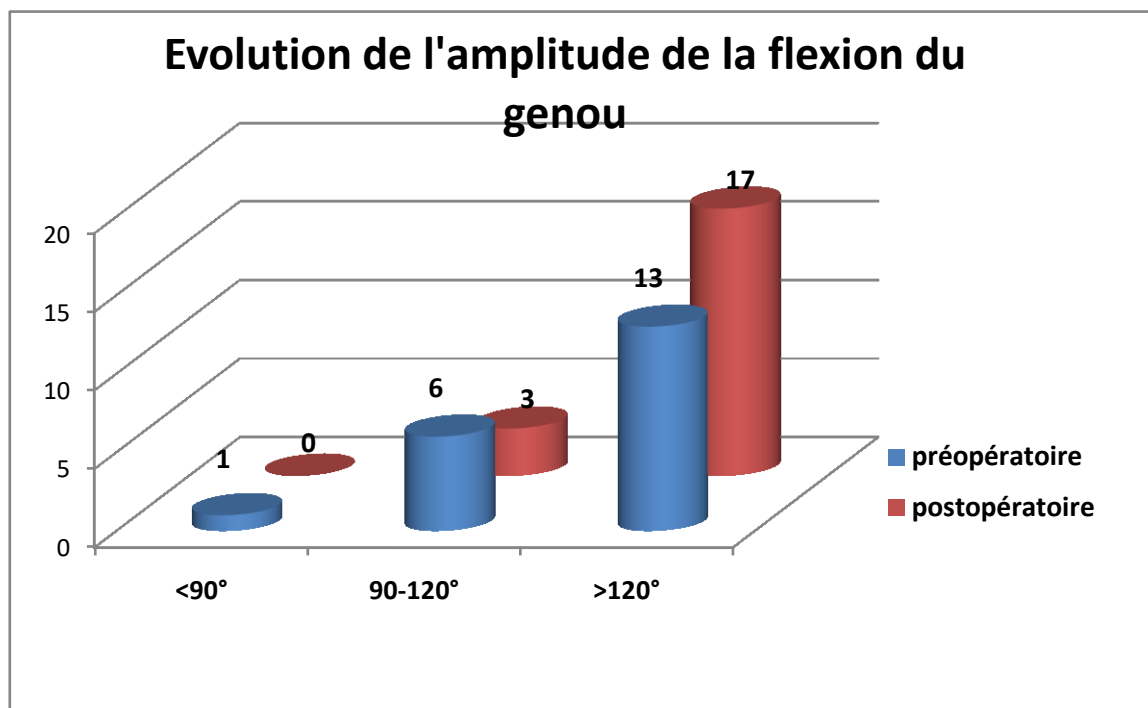


Figure 69 : Comparaison entre la flexion pré et post-opératoires

85% de nos malades présentent un degré de flexion $>120^\circ$ en post-opératoire, contrairement à 65% en préopératoire, grâce à la disparition de la douleur.



Figure 70 : Examen clinique au dernier recul de l'un des patients de notre série montrant l'amplitude de la flexion du genou (vue de profil)



Figure 71 : L'examen clinique au dernier recul de l'un des patients de notre série montrant l'extension (vue de profil)

2.3. Appréciation de la marche :

Elle a été évaluée sur l'amélioration du périmètre de marche et diminution de la gravité de la boiterie

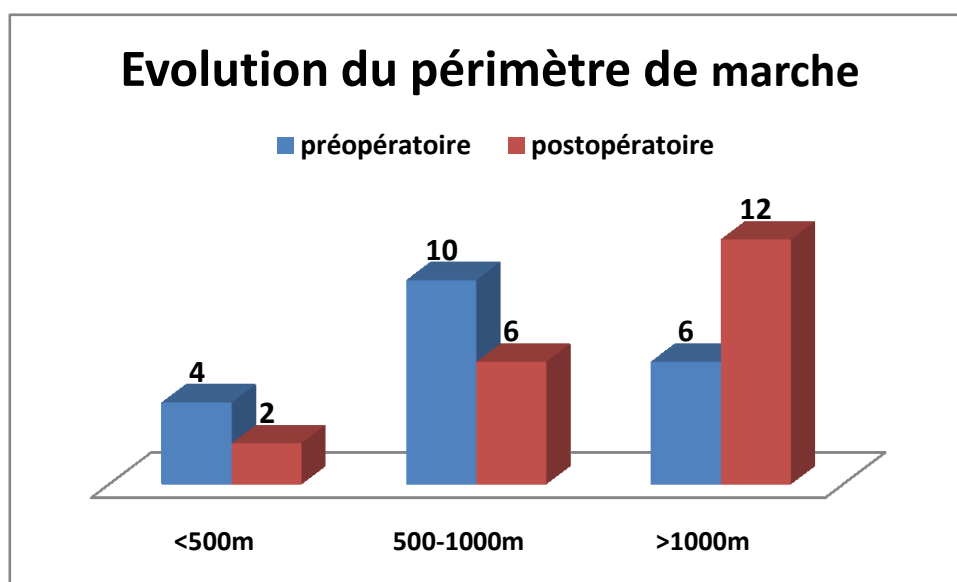


Figure 72 : Comparaison entre le périmètre de marche en pré et post-opératoire

Dans 90% des cas, on signale une nette amélioration de la marche avec augmentation du périmètre de la marche. Chez 60% des malades le périmètre de marche est devenu >1000m.

2.4. Score IKS :

Le score IKS genou moyen calculé au recul est de 85 points

Le score IKS fonction moyen calculé au recul est de 90/100

Le score IKS global est de 87.5/100

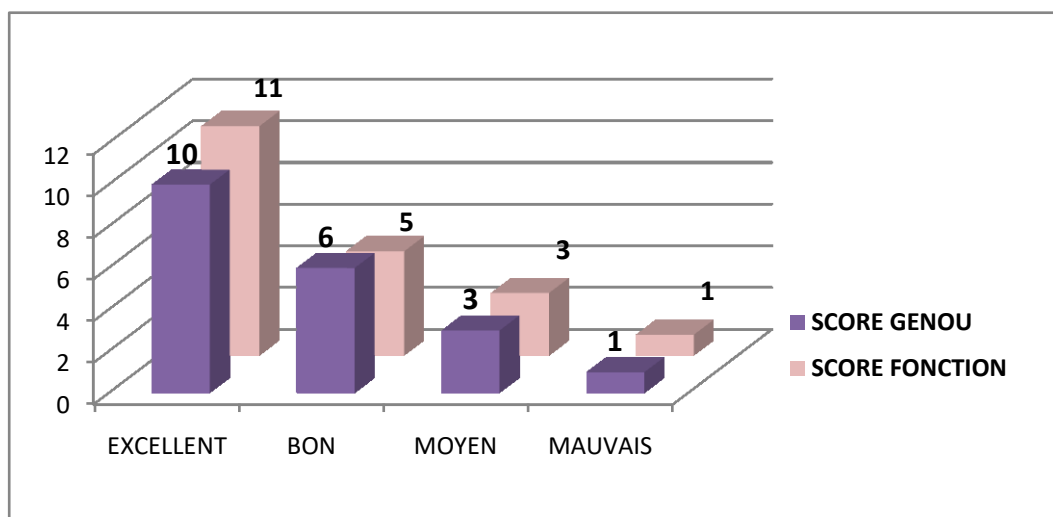


Figure 73 : Résultats cliniques évalués par l'IKS score

Tableau 7: comparaison du score IKS en pré et en post-opératoire :

	Score genou	Score fonction	Score IKS global
préopératoire	65	71	68
postopératoire	85	90	87.5

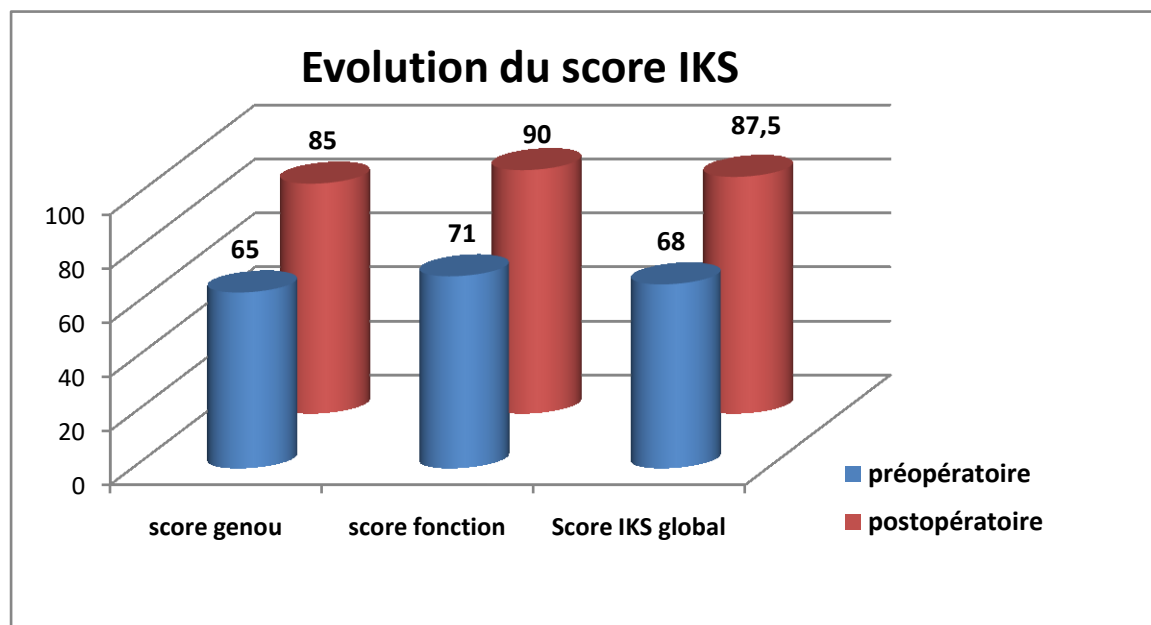


Figure 74 : Evolution du score IKS :

On a remarqué une amélioration des éléments de l'IKS avec un score excellent et bon chez la plupart des malades témoignant d'un genou : moins douloureux ; plus stable et avec une bonne mobilité.

Le patient ayant un mauvais score genou et fonction, est un malade âgé, obèse et avec une gonarthrose avancée (stade III) et une DAC importante ($>12^\circ$).

Ainsi le score IKS global est :

- Excellent : chez 50 % des malades
- Bon : chez 30% des malades.
- Moyen : 15% des malades.
- Mauvais : 5% des malades.

3. Résultats radiologiques :

3.1. La consolidation :

La consolidation était évaluée sur des radiographies standard face et profil aux différents reculs, elle était obtenue chez tous nos patients après un délai moyen de 3 mois.

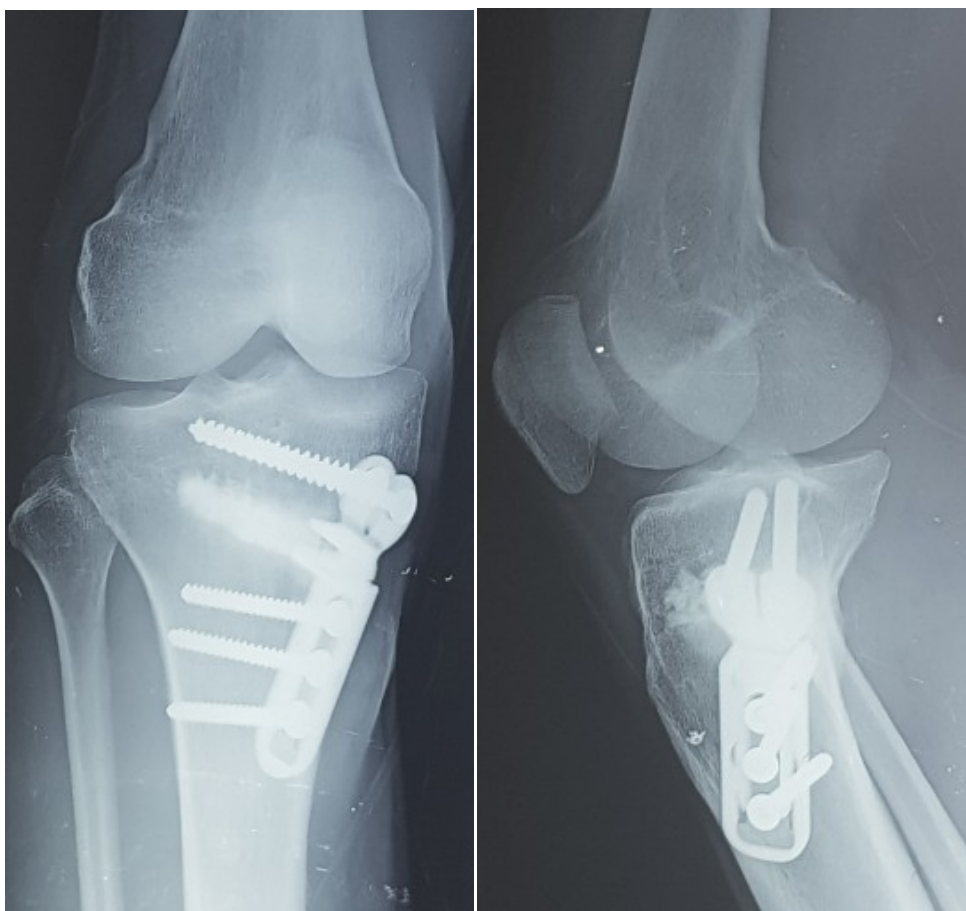


Figure 75: Aspect radiologique d'une OTV par ouverture interne avec un recul de 2 ans.

(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)

3.2. la déviation angulaire post-opératoire:

Les résultats angulaires mesurés en post-opératoire de nos malades au recul, sont les suivants :

Tableau 8 : Résultats angulaires post-opératoire

Patients	Déviation angulaire préopératoire	Déviation angulaire postopératoire	Degré de correction
1	6.5°	-6°	12.5°
2	19°	+4°	15°
3	12°	-3°	15°
4	7°	-4°	11°
5	10°	-3°	13°
6	15.7°	+1°	14.7°
7	7.3°	-3°	10.3°
8	8°	-3°	11°
9	6°	-5°	11°
10	17°	+3°	14°
11	15°	+2°	13°
12	15.5°	+2°	13.5°
13	17°	+3°	14°
14	11.5°	-3°	14.5°
15	11.5°	-3°	14.5°
16	9.5°	-5°	14.5°
17	14.8°	+1°	13.8°
18	7°	-5°	12°
19	12°	-3°	15°
20	15.5°	+3°	12.5°

Une valeur angulaire positive est en rapport avec un genou en varus, et les valeurs négatifs en rapport avec un genou en valgus.

La déviation angulaire post opératoire était en moyenne 1.5° de valgus, variant entre 4° de varus et 6°de valgus. Le degré moyen de correction du varus était de 13°.

Ainsi on a obtenu :

Tableau 9 : Correction post-opératoire.

Hypo- correction DAC < 3' de valgus	Normo-correction 3' de valgus ≤ DAC < 6' de valgus	Hyper- correction DAC ≥ 6' de valgus
8 cas (40%)	11 cas (55%)	1 cas (5 %)

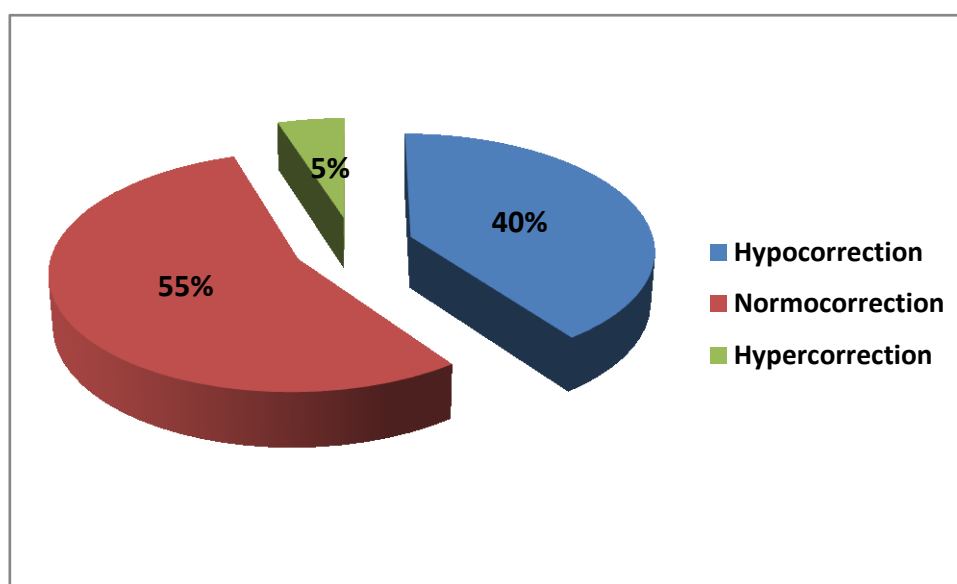


Figure 76 : Correction du varus.

Les résultats en hypocorrection ont été observés essentiellement dans les gonarthroses à genu varum pré-opératoire élevé. Ainsi, c'est dans la tranche de $14^{\circ} < DA < 19^{\circ}$ que l'on rencontrait le plus d'hypocorrection.

3.3. L'arthrose fémoro-tibiale :

L'évaluation de la gonarthrose est faite sur des radiographies standards face et profil du dernier recul de chaque patient, et évaluée selon Ahlback.

- Arthrose stade I : 4cas (20%)
- Arthrose stade II : 12 cas (60%)
- Arthrose stade III : 4 cas (20%)
- Arthrose stade IV et V : aucun cas (0%)

Ainsi, nous avons obtenu une stabilisation de la gonarthrose interne chez 18 patients revus et une aggravation vers le stade III d'Ahlback chez 2 patients.

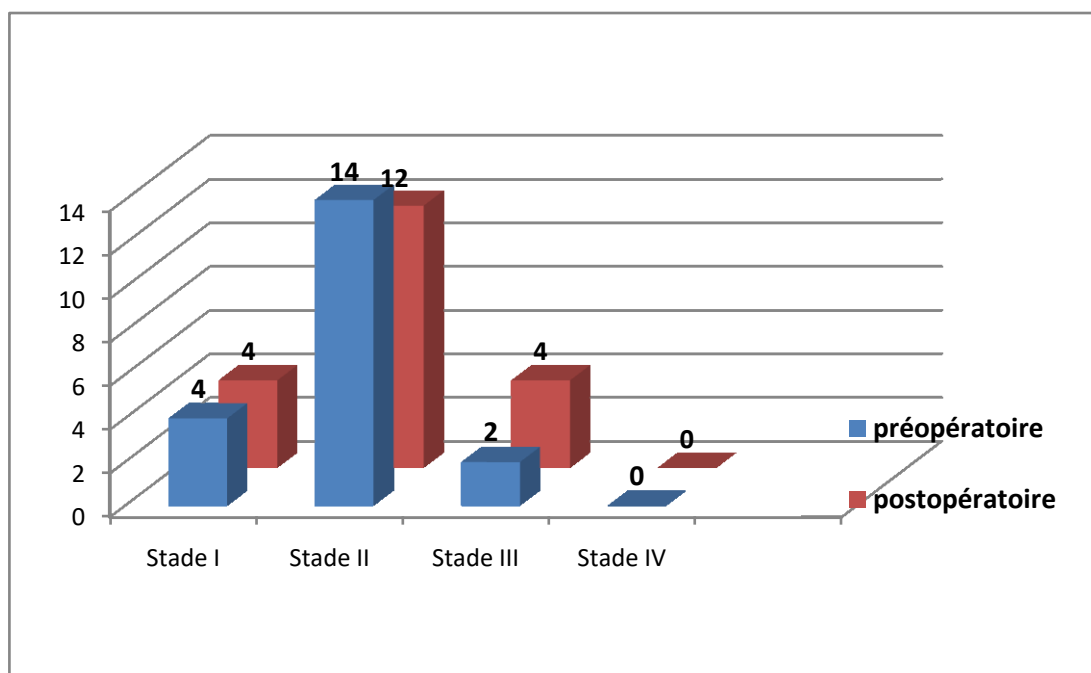


Figure 77: Devenir de la gonarthrose après la chirurgie selon Ahlback

3.4. L'arthrose fémoro-patellaire :

On note une stabilisation de l'arthrose fémoro-patellaire chez les 2 malades qui présentaient un syndrome fémoro-patellaire en pré-opératoire.

Par ailleurs, aucun nouveau cas d'arthrose fémoro-patellaire n'a été retrouvé au recul.

3.5. Pente tibiale:

La comparaison de la pente tibiale en pré et post opératoire ; sur 20 genoux ; ayant subis une ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne, en utilisant comme méthode de mesure la méthode de Moore HARVEY, note une valeur moyenne en pré-opératoire de $8,2^{\circ} \pm 3,6^{\circ}$ et en post-opératoire de $8,7^{\circ} \pm 2,8^{\circ}$.

La Pente postérieure n'était pas significativement différente du groupe préopératoire.

Tableau 10: répartition des pentes tibiales en pré et post opératoire

Pente tibiale	PT<0°	0°<PT<5°	5°<PT<10°	PT>10°
Préopératoire	2	8	9	1
Postopératoire	1	9	9	1

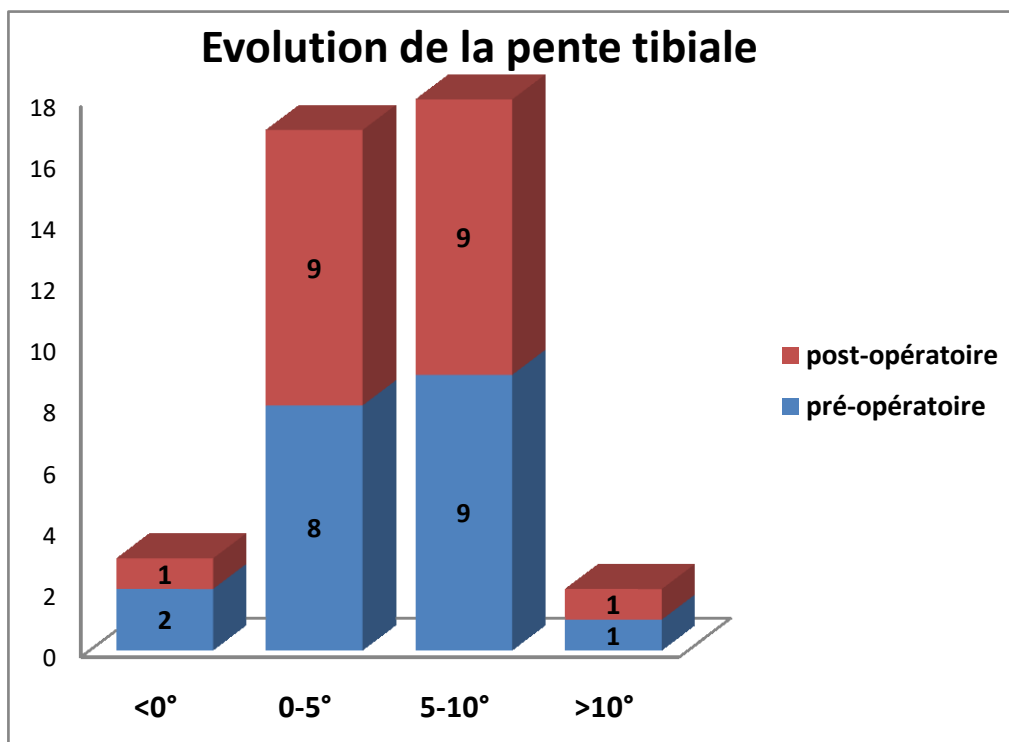


Figure 78: comparaison entre la pente tibiale pré et post-opératoire

La Pente tibiale post-opératoire n'est pas significativement différente du groupe préopératoire.

3.6. Hauteur rotulienne

La mesure de la hauteur patellaire selon la méthode de Caton-Deschamps retrouvait un indice à 1,03 en préopératoire, avec des extrêmes allant de 0,71 à 1,34.

Au recul, la hauteur rotulienne est à 0,95 avec des extrêmes allant de 0,58 à 1,39.

Tableau 11 : répartition des hauteurs rotuliennes en pré et post opératoire

		préopératoire	postopératoire
Indice de Caton- Deschamps	Valeur moyenne	1.03	0.95
	Intervalle	0.71-1.37	0.58-1.39
	% genou avec ratio abaissée		70%

L'altération de la hauteur rotulienne en fonction de l'indice de Caton-Deschamps était significative en post-opératoire chez 14 malades soit 70% des cas.

VI. LES COMPLICATIONS :

1. Les complications précoces :

➤ La rupture de la charnière externe:

Dans notre série, on note 1 cas de rupture de la charnière externe.



Figure 79 : Radiographie standard du genou de face : Rupture de la charnière externe
après ostéotomie

(Service de traumatologie et orthopédie A, chu Hassan II Fès)

➤ fractures peropératoires :

Aucune fracture du plateau tibial externe n'a été rencontrée dans notre série.

➤ La lésion du nerf sciatique poplitée externe :

Aucune lésion du nerf sciatique n'a été déplorée dans notre série.

➤ Accidents thrombo-emboliques :

Tous nos malades ont reçu un traitement anticoagulant préventif, ainsi, aucun cas de phlébite ou d'embolie pulmonaire n'a été relevé.

➤ **Infection avec arthrite septique :**

Aucun cas de sepsis n'a été signalé, qu'il soit superficiel ou profond

2. Les complications secondaires :

Dans notre série aucun cas de syndrome de loge, de nécrose cutanée, ou de démontage du matériel d'ostéosynthèse n'a été signalé.

3. les complications tardives :

➤ **Retard de consolidation et pseudarthrose :**

Dans notre série la consolidation a été obtenue au bout de 3 mois en moyenne. Aucun cas de retard de consolidation ou de pseudarthrose n'a été mis en évidence en post-opératoire.

➤ **La raideur articulaire**

Elle a été relevée chez 03 patients et qui ont bénéficié d'une rééducation qui a donné de bons résultats.

VII. SATISFACTION :

Globalement, l'ensemble des patients était satisfait de l'opération dont ils ont bénéficiés, 10 patients étaient très satisfaits, soit 50%, 9 patients étaient moyennement satisfaits, soit 45%, et 1 patient était mécontent, soit 5%.

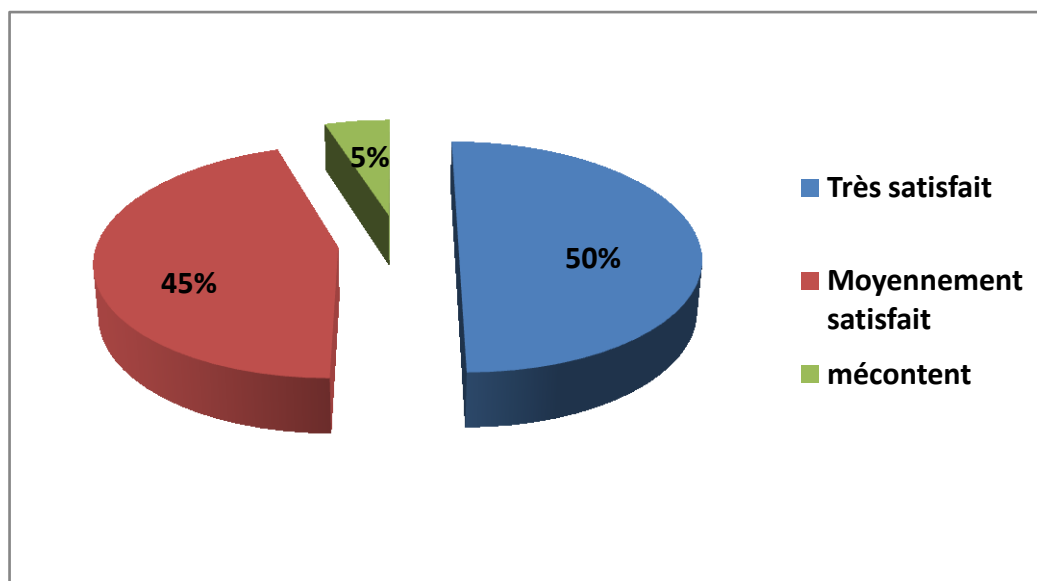


Figure 80 : Répartition selon la satisfaction des patients après OTV

VIII. Reprise d'activités

Tous nos patients ont repris une activité normale dont un patient était sportif de haut niveau et 8 patients pratiquaient une activité équivalente à un sport de loisir.

La reprise des activités habituelles et du travail était dans un délai moyen de 12 semaines.

IX. La reprise :

Aucun malade de notre série n'a été repris jusqu'à présent.

CAS CLINIQUES

Cas clinique1 :

Patiente âgée de 52 ans, admise pour une gonarthrose sur genou varum bilatéral, plus marquée à gauche.

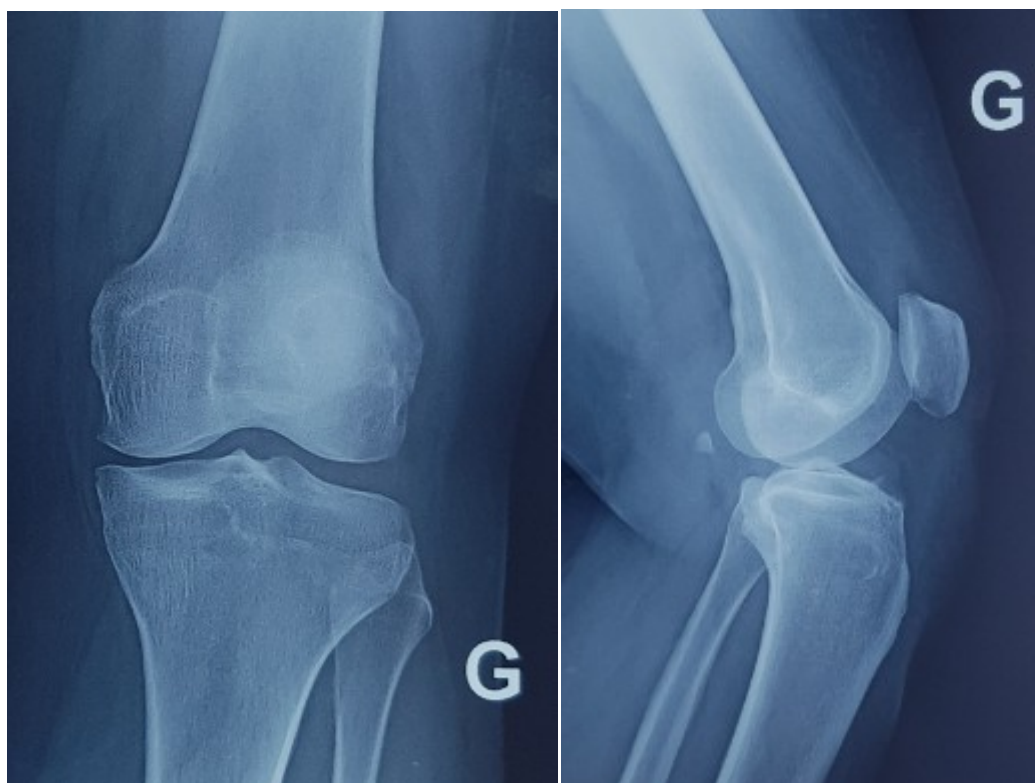


Figure 81 : Radiographie face/profil du genou gauche montrant une gonarthrose stade II d'Ahlback



Figure 82: pangonogramme en appui bipodal pré—opératoire, montrant un genou varum bilatéral , DAC=11.5 ° à gauche



Figure 83 : Radiographies de contrôle en post-opératoire immédiat : OTV par ouverture interne, fixation par une plaque vissée en T

Cas clinique 2 :

Patiente âgée de 50 ans, ayant bénéficié d'une OTV par ouverture interne du côté gauche, admise pour prise en charge du côté controlatéral :



Figure 84 : Radiographies de face des deux genoux montrant une gonarthrose stade II d'Ahlback du genou droit



Figure 85: pangonogramme en appui bipodal, montrant une DAC=9.5 ° à droite



Figure 86: Radiographies de contrôle en post-opératoire immédiat : OTV par ouverture interne, fixation par une plaque osteoplas

Cas clinique3 :

Patiente âgée de 48ans, admise pour une gonarthrose sur genou varum bilatéral, plus marquée à gauche.



Figure 87 : Radiographies face/profil du genou gauche montrant une gonarthrose stade I d'Ahlback

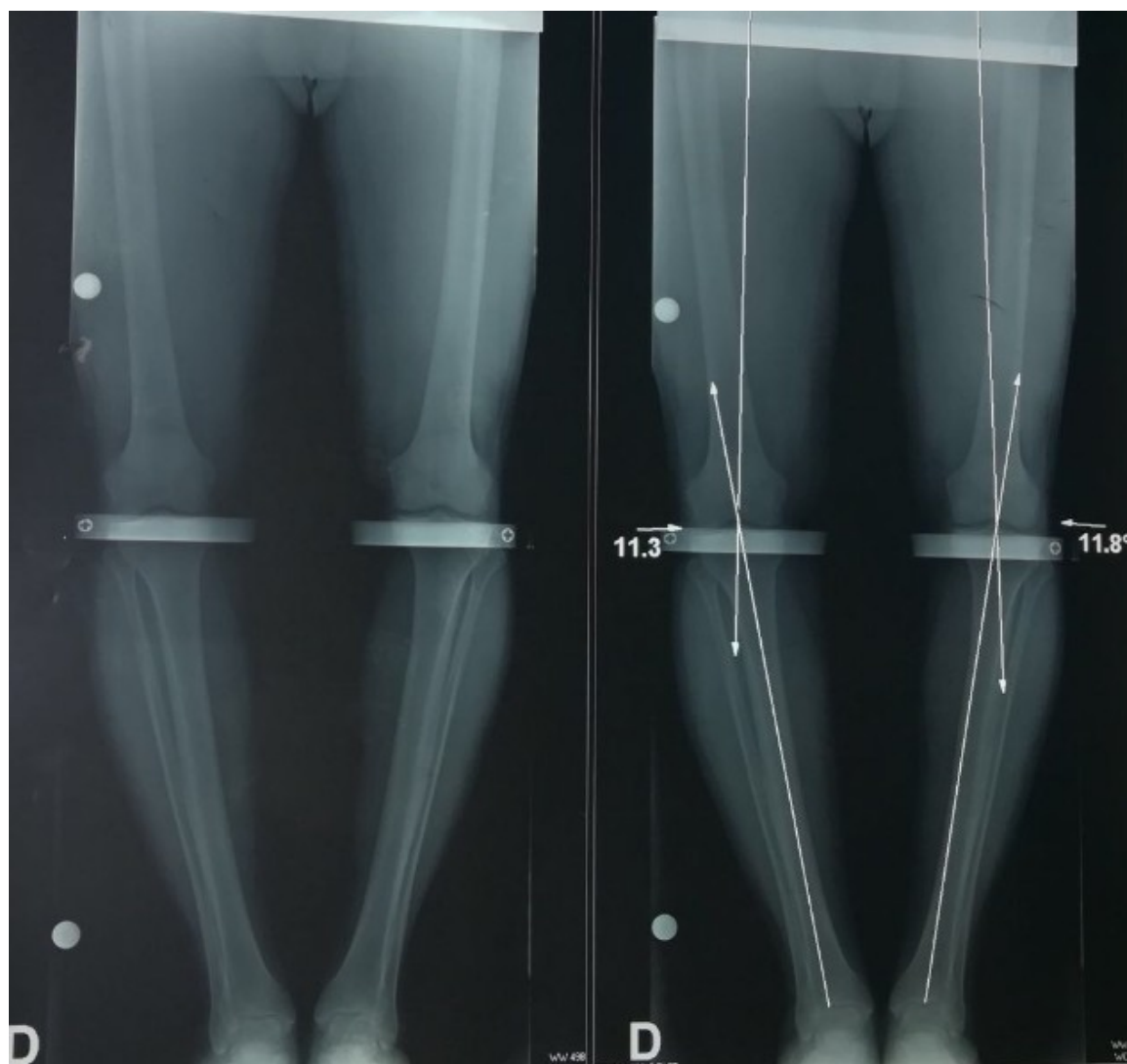


Figure 88 : pangonogramme en appui bipodal pré-opératoire, montrant un genou varum bilatéral , DAC=14.8 ° à gauche

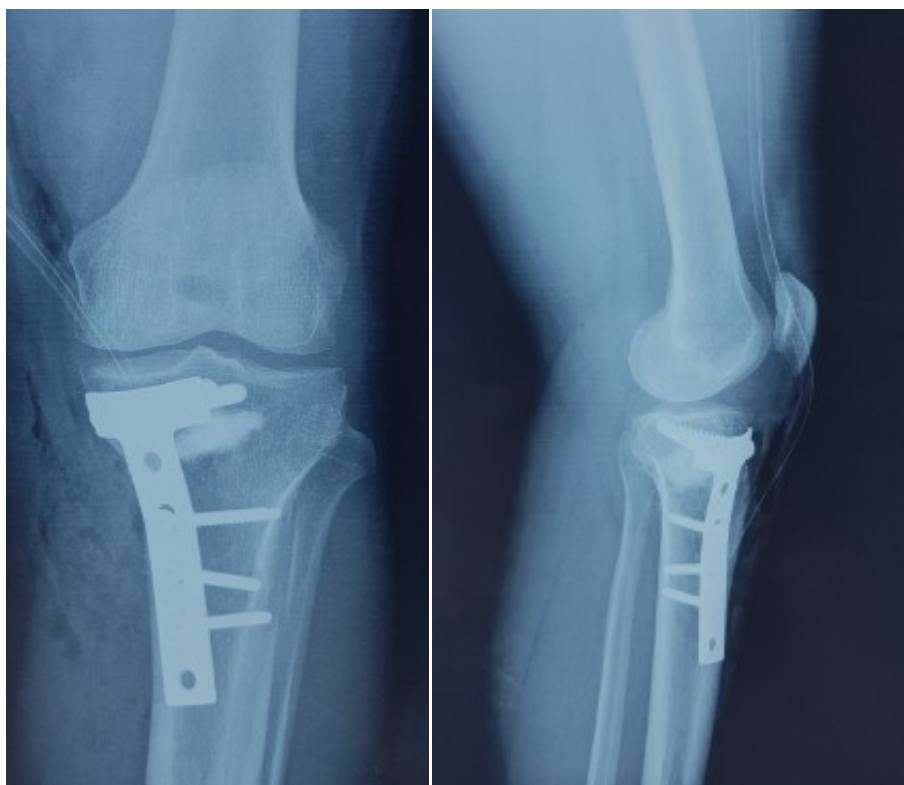


Figure 89 : Radiographies de contrôle en post-opératoire immédiat : OTV par ouverture interne, fixation par une plaque vissée en T

DISCUSSION

I. DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES :

1. Age :

Dans notre série on a noté une moyenne d'âge de 51 ans, avec des extrêmes allant de 35 ans à 60 ans. Ce qui correspond aux données de la littérature récente :

Tableau 12 : La moyenne d'âge des différentes séries:

Séries	Nombre de cas	Age moyen (fourchette d'âge)
M.Asik[92]	60	54(39-66)
J.- CBové[85]	50	55(35- 61)
F.Gouin[86]	40	51(19- 60)
Woon- HwaJung [94](groupe1)	94	60.2 (41- 65)
Woon- HwaJung [94](groupe2)	92	60.6 (43- 65)
F.Lavallé [84]	26	50(33-59)
T.Brosset [8]	51	55 (37-59)
Notre série	20	51(35-60)

Nos résultats concernant l'âge sont comparables aux données de la littérature, en fait aucun de nos patients n'a dépassé 60 ans au moment de l'intervention.

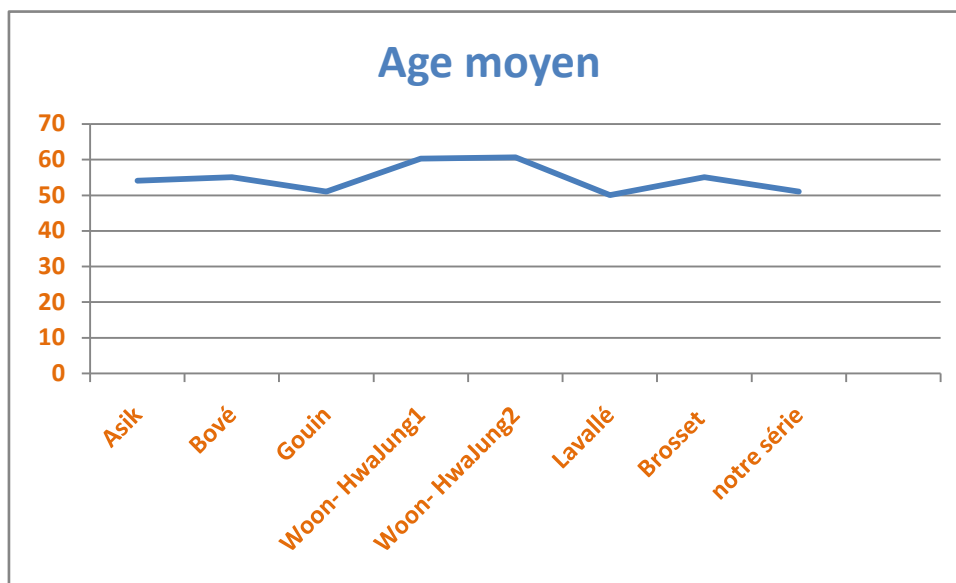


Figure 90 : Comparaison de l'âge moyen entre les séries

L'âge de 65ans constitue une limite pour beaucoup d'auteurs, dont la moyenne d'âge des sujets ayant bénéficié de ce traitement conservateur ne dépassait pas 60ans [42, 43,100].

Cependant, il n'existe pas d'âge limite au-delà duquel l'ostéotomie est vouée à l'échec:

- **Langlais [65]** a montré qu'au-delà de 60 ans, et même après 70 ans, le risque d'échec était le même à un stade d'arthrose comparable.
- **Pour Lerat [22]**, l'âge n'est pas à prendre en compte isolément, c'est plutôt l'espérance de vie de chaque patient quand elle est prévisible ; ainsi, pour les sujets dont l'espérance de vie est plus de 20 ans, l'OTV est préférable aux prothèses, car celles-ci n'ont pas encore fait preuve d'une longévité comparable, surtout avec l'usure inéluctable du polyéthylène.

2. Sexe:

La prédominance féminine est nettement marquée dans notre série avec un sexe ratio de 1H/3F, alors que dans la littérature, les 2 sexes sont variablement représentés:

Tableau 13 : La répartition du sexe dans les différentes séries :

Séries	Nombre de cas	hommes	femmes	Sexe- ratio
M. Asik [92]	60	13	47	1H/3,5F (0.28)
J.-C Bové [85]	50	19	31	1H/1,6F (0.62)
F. Gouin [86]	40	25	15	1,5H/1F (1.5)
Woon-Hwa Jung [94] (groupe 1)	94	79	15	5,2H/1F (5.2)
Woon-Hwa Jung [94] (groupe 2)	92	78	14	5,5H/1F (5.5)
F.Lavallé [84]	26	20	6	5H/1.5F (3.33)
T.Brosset[105]	51	17	34	1H/2F (0.5)
Notre série	20	5	15	1 H/3F (0.33)

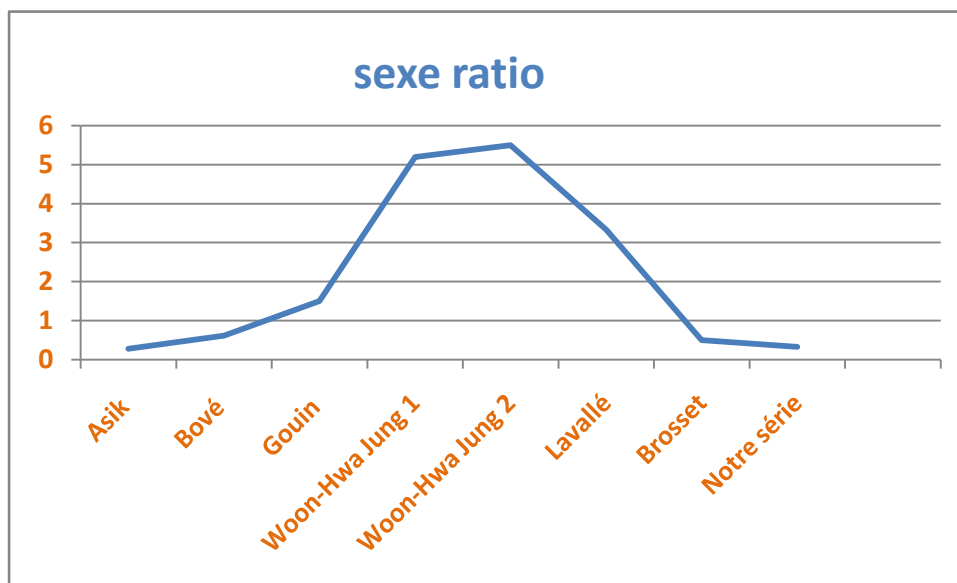


Figure 91 : sexe ratio selon les séries

Dans la plus part des études, le sexe n'influence pas la sélection des malades ni les indications des OTV, bien que **Hutchinson [10]** ait nuancé entre les deux sexes pour définir l'âge idéal des patients à ostéotomiser. Il sélectionne des hommes de moins de 60 ans et des femmes préménopausées.

3. côté atteint :

Dans notre série, on note une prédominance du côté droit sans pouvoir l'expliquer (65% des cas), cette différence reste sans intérêt pratique. Alors que dans la littérature, les 2 côtés sont variablement représentés. Tantôt le côté droit prédomine, tantôt le côté gauche prédomine :

Tableau 14 : Répartition selon le côté atteint dans les différentes séries :

Séries	côté droit	côté gauche
J.—C Bové [85]	52%	48%
F.Gouin [86]	49%	51%
F.Lavallé [84]	61%	39%
T.Brosset [8]	34%	66%
Notre série	65%	35%

4. Facteurs étiologiques :

4.1. Antécédents traumatiques du genou:

Ce paramètre est un facteur étiologique important de la gonarthrose dite post-traumatique. Celle-ci est une meilleure indication à l'ostéotomie à côté de la gonarthrose débutante sur déviation axiale [65].

Dans notre série on a retrouvé 2 cas d'antécédents traumatiques du genou soit 20%.

Tableau 15: Répartition selon les antécédents traumatiques du genou:

Séries	Nombre de cas	Antécédents traumatiques du genou
M.Asik [92]	60	1 cas (1.5%)
T.Brosset [8]	51	13 cas (25%)
F.Lavallé [84]	26	3 cas (11%)
Notre série	20	2 cas (20%)

4.2. Obésité

Le poids est un facteur important car les résultats des ostéotomies sont meilleurs chez les sujets de poids normal.

Dans notre série on a dénombré 12 cas de surpoids soit 60% des cas.

Tableau 16: Répartition selon l'IMC dans les différentes séries:

Série	Nombre de cas	IMC moyen	Intervalle
Woon- HwaJung[94] (groupe1)	94	25.4	17.2–35.8
Woon- HwaJung[94] (groupe2)	92	24.9	16.8–35.1
F.Gouin[86]	40	29.5	–
F.Lavallé [84]	26	24.8	20–27.2
Notre série	20	28.6	23–37

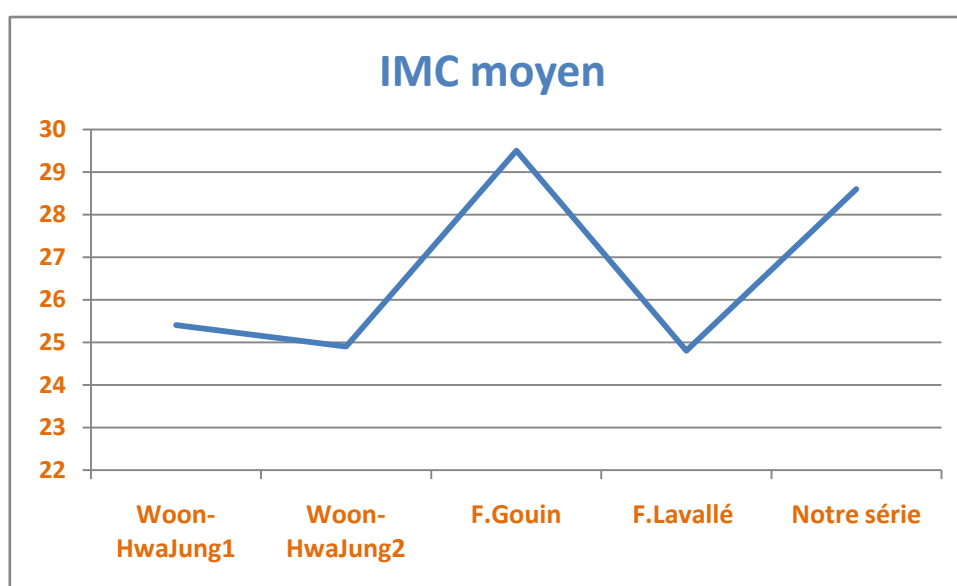


Figure 92 : comparaison entre les IMC moyens des différentes séries

Dans notre série et presque dans toutes les séries représentées au tableau ci-dessus, on constate que la majorité des malades étaient en surpoids au moment de l'intervention.

Selon Naudie [43] et Hui [36], un IMC supérieur à 25 est un facteur de mauvais pronostic pour l'OTV, ce qui est le cas de la série de F. Gouin [86] qui a eu plus de complications chez les malades obèses.

4.3. Etiologies :

Dans notre série, la majorité de nos malades (80%) présentaient une gonarthrose sur genu varum primitif, cependant 2 cas avaient un genu varum d'origine traumatique et 2 cas secondaire à une ménisectomie interne.

Tableau 17: Répartition des malades selon l'étiologie du genou varum:

Séries	Nombre de cas	Genou varum primitif	Genou varum secondaire
M.Asik[92]	60	90%	10%
F.Gouin[86]	40	50%	50%
Woon-Hwa Jung [94] (groupe 1)	94	80%	20%
Woon-Hwa Jung [94] (groupe 2)	92	87%	13%
T.Brosset[8]	51	80%	20%
F.Lavallé [84]	26	89%	11%
Notre série	20	80%	20%

Dans notre série comme dans toutes les séries représentées au tableau ci-dessus, on constate que la fréquence de la gonarthrose sur genou varum primitif dépasse de loin celle de la gonarthrose sur genu varum secondaire.

La gonarthrose peut avoir plusieurs formes étiologiques, mais qui ne font pas toutes recours à l'ostéotomie. Dans la littérature de nombreux auteurs réservent l'ostéotomie à la gonarthrose sur genu varum primitif ou secondaire et la déconseillent pour l'origine inflammatoire ou métabolique, vue l'atteinte tricompartimentale dans ce cas[65,89,99].

Dejour et Lévine [37] ont obtenu des meilleurs résultats quand ils opéraient des gonarthroses développées sur genu varum constitutionnel comparant aux résultats des gonarthroses secondaires.

Ainsi il faut préférer l'OTV pour des gonarthroses développées sur déviation axiale, à savoir la gonarthrose sur lésions post-traumatiques (séquelles de ménisectomies, fractures extra-articulaires), en revanche il faut la déconseiller quand la destruction articulaire est bicompartimentale ou tricompartimentale, notamment en cas d'arthrites inflammatoires ou certaines arthropathies métaboliques (chondrocalcinose) [65].

II. DONNEES CLINIQUES:

1. La douleur:

Les gonalgies constituent le maître symptôme et le principal motif de consultation, gênant l'activité quotidienne et altérant la qualité de vie de nos malades, avec une intensité niveau 3 sur l'échelle verbal simple pour la moitié des malades.

Cette douleur est de nature mécanique dans la majorité des cas, survenant surtout en fin de journée, et après des efforts articulaires, elle peut même devenir permanente.

L'ostéotomie est indiquée devant l'intensité des gonalgies surtout dans le but de les soulager. Cet effet antalgique constitue à court et à moyen terme le principal indicateur de bons résultats [101].

2. La marche :

La marche est souvent altérée par la gonarthrose, en réduisant le périmètre de marche et déclenchant des gonalgies, nécessitant parfois l'utilisation de cannes.

Les scores utilisés pour évaluer la gonarthrose (IKS, GUEPAR...) dans les différentes série d'OTV: F. Guin [86], T. Brosset [8], Woon—Hwa Jung [94], prennent en considération la limitation du périmètre de la marche et les difficultés rencontrées à la montée et à la descente des escaliers.

De même on a eu recours à ce paramètre, et on a eu une limitation du périmètre de la marche qui est devenu inférieure à 1000 mètres.

3. La mobilité

La mobilité préopératoire n'influence pas beaucoup le pronostic [22].

Le seuil minimal de flexion du genou est diversement tolérable dans la littérature. Une flexion de 60° serait le minimum pour retenir une indication d'ostéotomie pour **Lerat [22]**, **Descamps [99]**. Un minimum de 90° pour **Insall [52]** et **Hutchison [10]**.

Tandis que **Jackson [3]** et **Kettelkamp [41]** exigent une flexion minimale de 110°.

Quant à notre étude, on a noté un seul cas ayant une flexion inférieure à 90°, avec résultats finals satisfaisants.

4. La stabilité :

Bien que la laxité ligamentaire ne soit pas une contre-indication formelle à l'ostéotomie tibiale, plusieurs auteurs [10, 44, 65, 99] optent pour une parfaite stabilité préopératoire des genoux, pour la raison que cette laxité rend plus difficile la planification opératoire.

Pour **Insall [44]** et **Coventry [125]**, elle est corrélée à de mauvais résultats thérapeutiques.

Cette instabilité lorsqu'elle est importante pourrait influencer la conduite thérapeutique tel qu'il a été précisé dans le symposium de la SOFCOT de 1992 [65] :

- Une laxité interne importante nécessiterait une hypercorrection (>6°) pour que les contraintes varisantes disparaissent complètement, sans toutefois retentir sur le compartiment externe.
- Une laxité externe importante participe au degré de varus mesuré sur le pangonogramme, il faut donc accepter une hypocorrection tout en restant proche du plancher de la fourchette optimale (3°).

- Une laxité antéro-postérieure importante notamment la rupture du ligament croisé antérieur nécessite une plastie stabilisatrice pratiquée en même temps ou après l'OTV.

Dans notre étude, on a eu un seul cas de laxité ligamentaire interne, et un seul cas de laxité ligamentaire antérieure, sans influence sur les résultats finals.

III. DONNEES RADIOLOGIQUES :

1. Bilan réalisé:

Avant toute ostéotomie tibiale de valgisation, certains examens radiologiques sont indispensables à réaliser. Il s'agit :

- D'un cliché de face et de profil des deux genoux en charge, essentiellement pour faire le bilan des surfaces articulaires.
- Des incidences fémoro–patellaires à 30° –60° de flexion, rechercheront un pincement fémoro–patellaire ou une subluxation externe de la rotule.
- Un pangonogramme mesurera la déviation angulaire globale et un éventuel bâillement articulaire, fait en appui unipodal ou en appui bipodal.
- Des clichés dynamiques en valgus forcé, permettront de détecter une éventuelle usure du compartiment fémoro–tibial externe.

Ce bilan préopératoire a trois objectifs :

- Confirmer que la gonarthrose est accessible à l'ostéotomie, comme étant consécutive d'une déviation axiale, et en préciser l'importance.
- Orienter vers une ostéotomie tibiale.
- Indiquer la correction angulaire à réaliser.

D'après R. Baalbaki [61], des radiographies en incidence de Schuss pouvant être associées à ce bilan, permettant une meilleure analyse de la gonarthrose.

Quant à notre série le bilan pré–opératoire minimal obligatoire a comporté des radiographies standards et en charge, et une télé goniométrie (pangonogramme) en appui bipodal, qui ont permis de poser le diagnostic de

la gonarthrose, établir la classification d'**Ahlback**, et puis authentifier et quantifier la déviation angulaire estimée cliniquement, afin d'établir le schéma de l'intervention.

15 patients ont bénéficié des radiographies complémentaires en incidence de Schuss et incidences fémoro—patellaires à 30°- 60° de flexion.

2. Résultats :

2.1. Arthrose fémoro—tibiale interne:

La classification radiologique d'**Ahlback** [34] semble être la plus utilisée, surtout dans les décisions thérapeutiques.

Tableau 18 : Répartition selon le stade d'Ahlback des déférentes séries :

Séries	Stade I	Stade II	stade III	Stade IV
J.—C Bové [85]	90.5%		0.5%	0%
T. Brosset [8]	86%		14%	0%
Goutallier[40]]	44%	43%	13%	
F.Lavallé [84]	4.5%	91%	4.5%	0%
Notre série	20%	70%	10%	0%

Le stade I et II font la majorité des cas ostéotomisés dans les différentes séries comparatives, ce qui est le cas de notre série avec 90% des cas présentant l'un de ces 2 stades.

Ce qui laisse constater que les stades I et II d'**AHLBACK** constituent l'indication principale des ostéotomies. Cette indication étant justifiée par le fait que moins l'usure est importante au départ, meilleurs sont les résultats, comme l'ont prouvé de nombreuses études [99, 100, 101]. Les stades plus avancés font discuter plus une chirurgie prothétique.

2.2. La déviation angulaire ou varus initial :

Il existe dans la littérature des controverses sur la relation entre le degré préopératoire du genu varum et les résultats thérapeutiques, ainsi que sur la déformation maximale qu'une ostéotomie peut corriger.

Dans notre série la déviation angulaire moyenne préopératoire était de 12° avec des extrêmes allant de 6° à 19°.

Tableau 19 : Variations du varus initial selon les auteurs:

Séries	Nombre de cas	DAG moyenne	Extrêmes de DAG
J.-C Bové [85]	50	4°	3° – 15°
Woon-Hwa Jung[94] (groupe 1)	94	10°	4°– 24°
Woon-Hwa Jung [94] (groupe 2)	92	11°	3° – 25°
T. Brosset [8]	51	8°	5°– 15°
F.Lavallé [84]	26	9°	5° – 17°
Goutallier[40]	51	8°	6°–22°
Notre série	20	12°	6° – 19°

La majorité des auteurs trouvent que le degré de la déformation en varus n'a pas d'influence sur les résultats, c'est le cas de **Maquet [50]** qui a eu 32 excellents résultats sur 41 ostéotomies dépassant 15°, il parle même de bon résultats quand il y' a une destruction partielle du compartiment interne et même en cas de subluxation.

Quant à **Aglietti et Rinonapoli [105]**, et **Insall [44]** ils préfèrent opérer les déformations en varus inférieures ou égales à 10°. Alors que **Vielpeau [112]** déconseille l'OTV pour des valgisations supérieures à 20° car il y a un risque

théorique de complications neuro– vasculaires et surtout de créer un interligne articulaire oblique.

On remarque une tendance à ostéotomiser les déformations en varus inférieures à 20°, ce qui concorde avec notre sélection des patients, où on a opéré que des déformations inférieures à 20°.

En fait les résultats dépendent de la précision de la correction et du calcul préopératoire de la déformation, on peut avoir de bons résultats dans des cas extrêmes si la technique est parfaite.

On a pu conclure que les facteurs pronostiques de l'ostéotomie tibiale de valgisation qui ont fait l'objet d'un symposium de la SOFCOT en 1991 [65] sont :

- une gonarthrose interne peu évoluée: le taux d'échec passe de 11% aux stades I, II à 27% aux stades III et IV.
- le genu varum primitif : 11 % d'échecs contre 25% dans le genu varum secondaire.
- l'absence d'arthrose fémoro–patellaire évoluée.
- un compartiment externe sain, de 4 mm d'épaisseur au moins sur les clichés en valgus forcé s'ils sont réalisés. L'atteinte méniscale externe est un facteur défavorable mais ne contre–indique pas à elle seule l'ostéotomie.

Généralement notre sélection des malades répond à ces critères, avec :

- 70% du stade II d'Ahlback,
- 80% de la gonarthrose sur genu varum d'origine primitive, avec désaxation < 20°
- Absence d'arthrose fémoro–patellaire évoluée.
- Absence d'arthrose fémoro–tibiale externe.

IV. DONNEES THERAPEUTIQUES :

L'arthrose fémoro-tibiale médiale sur genu varum, est une pathologie pour laquelle l'OTV est l'intervention conservatrice de référence, surtout pour les auteurs Français (**Dubrana [21]**). Sa place a été parfaitement définie par **Daniel Goutallier [40]** : «le traitement de l'arthrose fémoro-tibiale interne par une ostéotomie tibiale de valgisation repose sur un concept mécanique. Mais ce concept ne se justifie que si l'ostéotomie n'entraîne pas à long terme une dégradation du compartiment fémoro-tibial externe, améliore ou du moins stabilise l'arthrose interne et enfin s'oppose à la récurrence de la déformation. »

Dans le cadre de la chirurgie du genou arthrosique, de nombreuses et différentes techniques ont été décrites dans le traitement de la gonarthrose interne sur genu varum. Dans notre série on a choisi la technique d'ouverture interne.

1. Notre choix de l'ouverture médiale :

Ce type d'ostéotomie est rapporté dans la littérature par plusieurs auteurs, notre choix de cette technique était basé sur plusieurs éléments :

- Facilité de réalisation en une seule coupe osseuse, avec respect de l'articulation péronéo-tibiale supérieure et du compartiment externe du genou.
- Correction plus anatomique avec addition d'os du côté usé ou du substitut osseux.
- Possibilité de réaliser une correction plus précise et plus fiable aussi bien dans le plan frontal que dans le plan sagittal, avec possibilité de modifier la correction pendant l'intervention. [66]
- Possibilité de réaliser des gestes associés notamment de reconstruction du ligament croisé antérieur.

- L'absence de complications nerveuses, par rapport aux 1,5% à 10% d'atteintes du nerf sciatique poplitée externe (SPE) dans les autres techniques d'après **Lerat [67]**, et aux 27% d'atteintes à l'électromyogramme dans les fermetures dans l'étude de **Aydogdu [68]**.
- Immobilisation post-opératoire facile, sans risque de syndrome de loge, et autorisation d'appui rapide diminuant la fréquence des raideurs.
- Reprises par une prothèse totale de genou sont plus faciles après une ouverture qu'après une soustraction [68,69,70,71], ce fait est grâce à :
 - La réutilisation de la même cicatrice.
 - La conservation du capital osseux dans les additions contrairement à la soustraction d'un coin osseux tibial lors des fermetures, pouvant être à l'origine de défauts osseux du plateau tibial externe.
 - Pas de diminution de la distance entre la tubérosité tibiale antérieure et l'interligne articulaire pouvant être responsable de subluxation de la rotule lors de l'exposition.
 - Pas d'inversion de pente tibiale, contrairement à la soustraction où la résection tibiale est très importante en arrière, ce qui aboutit à un espace en flexion trop important, obligeant à modifier la coupe fémorale ou à employer des cales pour que l'espace en flexion et en extension soient identiques.

2. La correction du varus

2.1. L'importance de correction

L'importance de la correction à donner est l'élément crucial de l'ostéotomie tibiale de valgisation si l'on veut obtenir un bon résultat à long terme. Déjà d'après les études biomécaniques, **Blaimont [51]** par le calcul de la force du hauban musculaire externe puis **Thomine [16]** par le calcul des écarts varisants, ont initié l'idée qu'il fallait avoir une hypercorrection de quelques degrés pour obtenir un report des charges sur le compartiment externe. Mais le calcul de l'angulation exacte pour chaque patient selon ces méthodes est difficile en pratique courante.

C'est plutôt l'expérience, grâce à de nombreuses études à long terme qui a montré, comme cela a été rappelé au symposium de la SOFCOT de 1991, que la correction optimale se situe entre 3 et 6° de valgus. Au-delà, il existe un risque de dégradation du compartiment externe, et en dessous (genou normo axé ou restant en varus) il y a une dégradation du compartiment interne et un taux de reprise chirurgicale plus élevé.

2.2. Le calcul de correction

Le calcul de la correction à effectuer peut être fait :

- En préopératoire à l'aide d'un calque appliqué sur le pangonogramme, qui permet de déduire la hauteur millimétrique de l'ouverture par une rotation autour de la charnière théorique [79]. Le principe étant, par une rotation autour de la charnière théorique de mettre en parallèle l'axe tibial actuel et l'axe tibial souhaité en peropératoire pour en déduire la hauteur <H> de l'ouverture de l'ostéotomie.

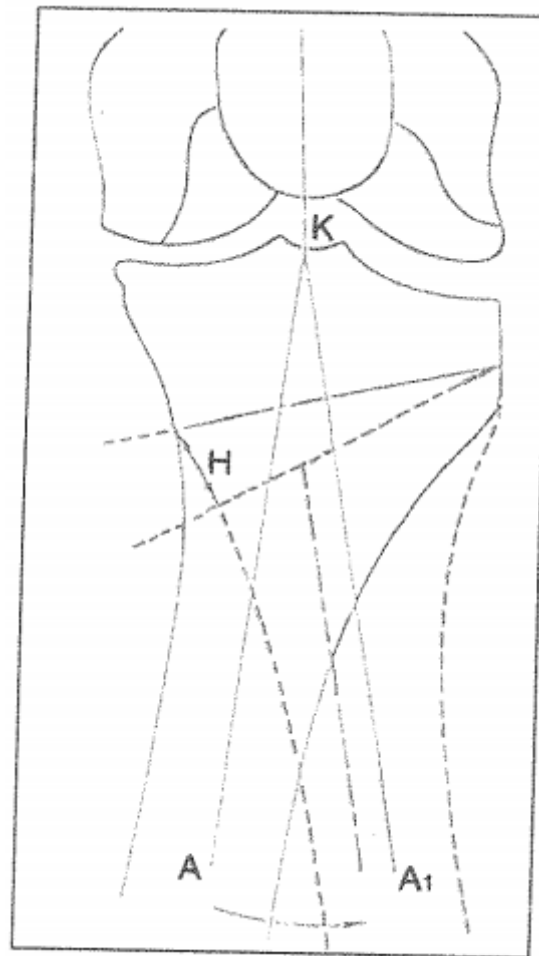


Figure 93 : La méthode graphique par calque de calcul de l'ouverture des ostéotomies repose sur le principe que l'on va placer, l'axe mécanique du tibia (KA) parallèle à l'axe mécanique désiré en post-opératoire (KA1).(exemple d'un genou gauche) [79].

- En préopératoire à l'aide du tableau proposé par **Hernigou** [80] permettant d'obtenir, à partir de la largeur du tibia et de l'angle de correction, le degré d'ouverture à réaliser au niveau de l'ostéotomie :
- La correction angulaire ne dépend que de la hauteur de l'ouverture qui est en fonction de la largeur métaphysaire et de l'angle de correction.

Hauteur de l'ouverture (H) = 2 x Largeur de l'épiphyse tibiale (M) x sinus de la moitié de l'angle correctif souhaité.

- Si on prend un exemple d'un genou varum de 8°, le tableau donne la hauteur en millimètres qu'il faudra donner à l'ouverture de l'ostéotomie pour obtenir la correction souhaitée dans le plan frontal. Par exemple, si l'on désire mettre ce genou à 5° de valgus, la correction à effectuer est de $8^\circ + 5^\circ = 13^\circ$. Si la largeur du tibia est de 70mm, l'ouverture de 16mm correspond donc à une correction angulaire de 13° dans le plan frontal.

Diamètre médio-latéral de l'ostéotomie (mm)	Angle de correction																
	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	
	50 mm	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	16
	55 mm	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	60 mm	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20
	65 mm	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21
	70 mm	5	6	7	8	10	11	12	13	15	16	17	18	20	21	22	23
	75 mm	5	6	8	9	10	12	13	14	16	17	18	20	21	22	24	25
	80 mm	6	7	8	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	24	25	26

Figure 94: Table proposé par Hernigou [80] permettant de connaître la hauteur de l'ouverture (mm) en fonction de la largeur M du tibia (mm) et en fonction de l'angle de la correction à effectuer (exprimée en degré).

- Dans notre série, la hauteur de l'ouverture nécessaire était obtenue suivant la méthode proposée par Hernigou [80]
- En peropératoire par utilisation du fil du bistouri électrique [81], ou d'une barre radio-opaque [21] tendus entre l'épine iliaque antéro-supérieure et le premier espace inter-orteil, suivant l'axe mécanique du membre. Initialement le fil tendu traverse le compartiment interne et passe vers le compartiment externe après l'ouverture du foyer.



Figure 95 : Contrôle peropératoire de la correction par utilisation du fil du bistouri électrique [74].

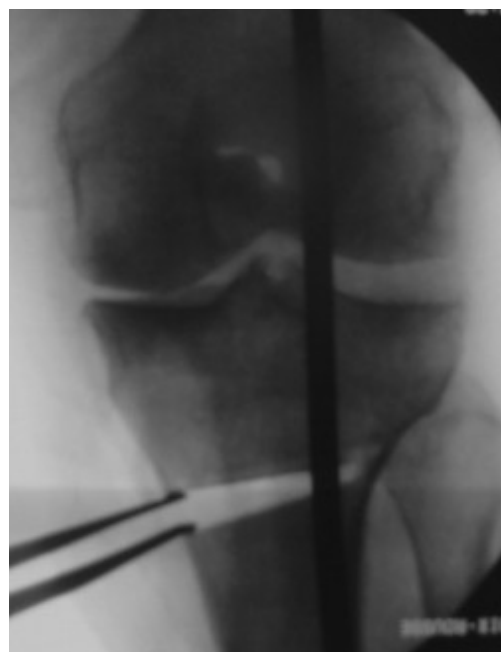
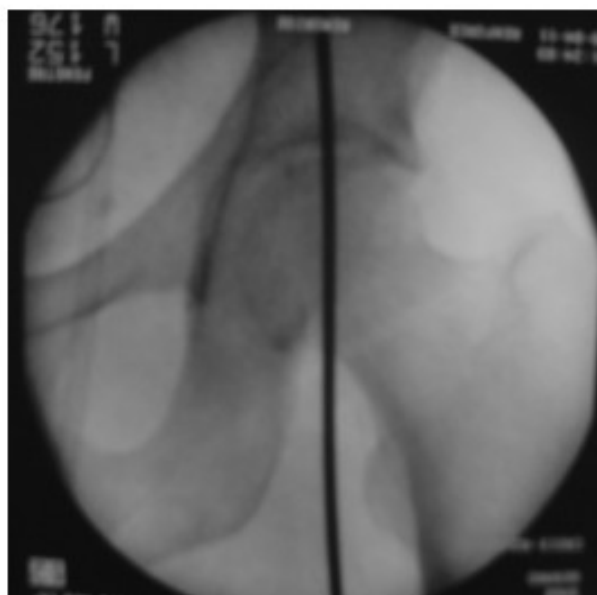


Figure 96 : Contrôle scopique peropératoire : L'axe mécanique passe en dehors de l'épine externe [74].

- A l'aide des systèmes de navigation dans le cadre de la chirurgie assistée par ordinateur (CAO), qui permettent de définir au début de l'intervention l'axe mécanique du membre inférieur en prenant comme repères les centres de la hanche, du genou et la cheville. Ils donnent la mesure de l'angle de déviation lors de l'enregistrement et ils aident le chirurgien à réaliser une ostéotomie précise en indiquant en continu durant l'intervention l'axe mécanique obtenu. [21]

3. Voie d'abord

La voie d'abord diffère d'une technique à l'autre, généralement c'est la voie antéro-interne qui est la plus utilisée, tenant compte de la future incision d'une chirurgie itérative [113], afin d'éviter des complications cutanées par une cicatrice croisant la première.

Staubli [114] utilisait deux voies d'abord réduites pour l'OTV d'addition interne fixée par plaque Tomofix : une voie horizontale, médiale à 5 cm sous l'interligne articulaire et une contre- incision distale verticale de 1 cm à la partie distale de la plaque.

Hernigou [115] pratique une incision longitudinale située à la face interne du genou, d'environ 8 cm, située plutôt à sa partie antérieure, démarrant un peu en dessous de la tubérosité tibiale et allant jusqu'à l'interligne articulaire.

Dans notre série on a utilisé la voie d'abord antéro-interne chez tous les patients.

4. Le comblement

Le comblement de l'ouverture est de plus en plus privilégié car il y a moins de perte de correction et la consolidation est plus rapide [8]. Il n'est plus recommandé de laisser le foyer d'ostéotomie sans comblement osseux sauf pour les ouvertures minimales moins de 5° [67]. Il peut être obtenu de plusieurs manières:

Par un greffon osseux autologue prélevé sur la crête iliaque, un greffon osseux hétérologue cryoconservé, ou par des substituts osseux synthétiques.

Dans notre série le comblement a été fait par du substitut osseux type céramique phospho-calcique (Les hydroxyapatites synthétiques) .

Le choix du type de comblement est différent selon les auteurs :

Tableau 20 : Répartition selon le type du comblement des différentes séries :

Séries	Nombre de cas	Comblement osseux
M.Asik[92]	60	Greffon osseux
J.- CBové[85]	50	Substitut osseux (cale en céramique d'alumine poreuse)
F.Gouin[86]	40	Substitut osseux (blocs de céramique de phosphate de calcium) / greffon osseux
Woon- HwaJung[94](groupe1)	94	Greffon osseux
Woon-HwaJung[94](groupe2)	92	Substitut osseux (blocs de céramique de phosphate de calcium)
F.Lavallé [84]	26	Substitut osseux (cale en céramique biphasée)
T. Brosset [8]	51	Aucun comblement
Notre série	20	Substitut osseux (Les hydroxyapatites synthétiques)

- Depuis les travaux de **Burchardt [82,83]**, les **autogreffes** sont la référence en matière de comblement osseux des ostéotomies d'ouverture.

Néanmoins, les prélèvements de crête iliaque exposent à des difficultés et à des complications liées au prélèvement à l'origine d'une morbidité très variable selon les études de la littérature, mais non négligeable: [116]:

- Douleurs chroniques ; allant de 2 à 50% selon les auteurs, gêne au port de la ceinture et de certains vêtements [117].
 - Cicatrice inesthétique, avec parfois recours à la chirurgie plastique.
 - Troubles sensitifs : de 1,2 à 31% par lésion du nerf fémoro-cutané.
 - Hématome postopératoire : 1 à 10%.
 - Sepsis : 1 à 2,5%.
 - Complications rares mais graves : effraction de l'articulation sacro-iliaque, lésion de l'artère glutéale supérieure, effraction de l'incisure ischiatique, fistule artério-veineuse, plaie de l'uretère, perforation péritonéale, hernie abdominale et fracture de l'aile iliaque après prélèvement.
- **Les allogreffes** : Leurs propriétés mécaniques sont moins bonnes que le greffon autologue avec un coût financier supplémentaire et un risque potentiel infectieux d'origine viral. Les allogreffes sont peu employées actuellement du fait des risques de contamination et leurs difficultés d'emploi [84].
 - **Les substituts osseux synthétiques**: sont des matériaux inertes utilisés en substitution osseuse, avec de bons résultats. Grâce à un coût financier faible, un risque infectieux nul et des tailles adaptées, les substituts osseux sont de plus en plus utilisés. Il existe plusieurs types de substitution osseuse [87] : céramiques phosho-calciques (phosphates tricalciques, hydroxyapatites

synthétiques ou biologiques, les composés biphasés ou triphasés), Ciments phosphocalciques, bioverres..

Plusieurs auteurs ont utilisé des substituts osseux pour le comblement de l'ouverture, avec de bons résultats :

- blocs de céramique de phosphate de calcium utilisé par **F. Guin [86]** qui a eu presque les mêmes résultats qu'un comblement autologue, mais avec plus de perte de correction surtout en cas de rupture de la charnière externe.
- cale de céramique biphasée associée à une synthèse par une plaque à vis orientables et verrouillées d'utilisation fiable **[84]**.
- des coins en alumine poreuse inerte et non résorbable utilisées par **Bové JC [85]**.
- cale de ciment façonnée sur mesure en peropérateur utilisé par **Goutallier [40]**.

Brosset T [8] a décrit l'OTV sans comblement osseux sur plaque verrouillée, afin évité les contraintes techniques du prélèvement.

5. L'ostéosynthèse :

La fixation d'une ostéotomie tibiale de valgisation par addition a pour objectif, le maintien de la correction obtenue. Le moyen d'ostéosynthèse est différent selon les auteurs :

- **Les plaques vissées** apportent une bonne solidité, mais elles demandent un abord plus large.

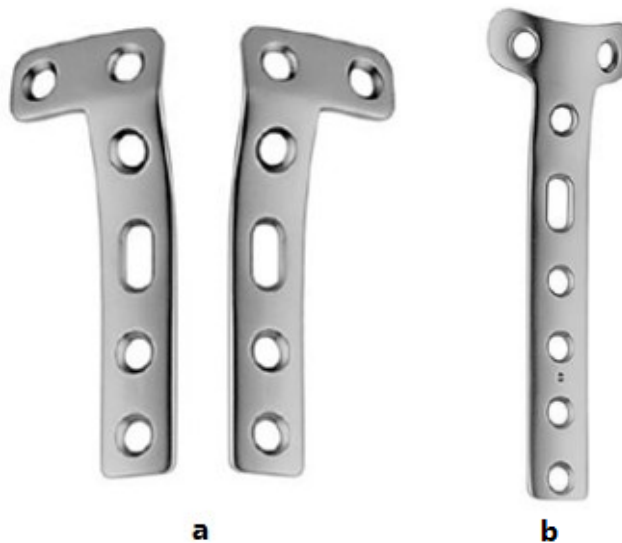


Figure 97 : Plaque vissée pour OTV [77]

a : plaque vissée en L

b : plaque vissée en T

Il existe actuellement des plaques verrouillées [118], dans lesquelles les vis sont orientables et deviennent solidaires de la plaque par un système d'auto blocage, ce qui permet de protéger le foyer tout en autorisant sa mise en contrainte par l'élasticité du titane. La solidité de ce genre d'ostéosynthèse pourrait permettre une remise en charge précoce et diminuer les pertes angulaires secondaires. Les plaques verrouillées les plus utilisées sont les plaques **TOMOFIX** et les plaques **SURFIX**

Le principe de ce système consiste à rendre la vis et l'implant mécaniquement solidaires l'un de l'autre par l'intermédiaire d'une contre-vis de solidarisation vissée dans l'implant sur la tête de vis.

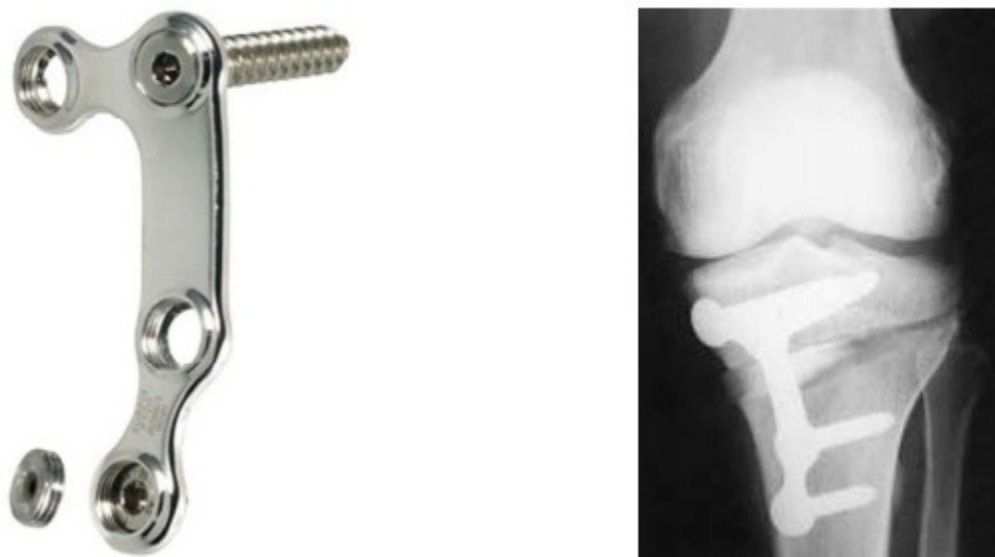


Figure 98: OTV oar ouverture interne fixée par plaque verrouillée (Surfix) [84].

Parallèlement à la tendance actuelle pour les techniques mini-invasives, des miniplaques en forme de C à trous verrouillés sont utilisées [91], ayant le principe de fixateur interne et assurant une synthèse stable.



Figure 99 : miniplaques en forme de C à trous verrouillés [91].

- **L'impact modulaire à réglage variable (plaque osteoplus) :**

L'idée de réaliser une ostéotomie mini-invasive, précise et stable a poussé les chirurgiens du genou et les concepteurs d'inventer un implant modulaire à réglage variable.



Figure 100 : miniplaque réglable (osteoplus) [77].

Notre choix de ce système repose sur ses avantages majeurs [91]:

- Une ouverture réglable de façon précise et modifiable à tous les stades de l'intervention.
- Une ostéosynthèse solide rendant inutile la mise en place d'un greffon iliaque ou d'une cale.
- Une rééducation précoce sans immobilisation post-opératoire.
- **Plaque de Puddu** : C'est une plaque à laquelle est appendue un spacer métallique se callant dans l'ouverture, il est de largeur variable selon l'ouverture qu'on va créer et correction envisagée, elle est fixée par 2 vis de part et d'autre du site de l'ostéotomie.

La plaque doit être le plus postérieur possible, c'est une aide à la consolidation du foyer d'ostéotomie, elle assure une très bonne stabilité et une compression de la charnière externe [92,93].

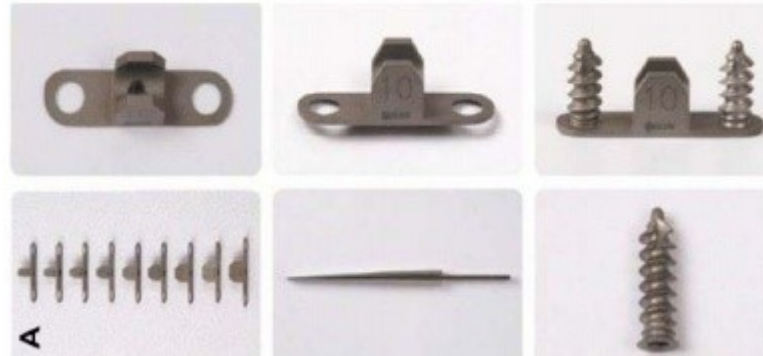


Figure 101 : Plaque Puddu [94]



Figure 102 : Radiographie de contrôle après fixation de la plaque Peddu[73]

- **Les agrafes** constituent un bon moyen de fixation à condition que la charnière de l'ostéotomie soit stable et que les piques soient suffisamment éloignées pour avoir une bonne tenue de part et d'autre de l'ostéotomie. En cas d'ostéotomie d'ouverture, on utilise des agrafes larges. Le montage par agrafes demande la protection complémentaire d'une gouttière ou d'une attelle, mais pour Hsu [90] les agrafes sont aussi stables que des plaques.

Dans notre série, 12 cas ont bénéficié d'une ostéosynthèse par une plaque réglable osteoplus et 8 cas par une plaque vissée en T.

Tableau 21 : Répartition selon le type d'ostéosynthèse des différentes séries :

Série	Comblement osseux	ostéosynthèse
M.Asik[92]	Greffon osseux	Plaque peddu
J.- CBové[85]	Substitut osseux	Plaque vissée en T
F.Gouin [86]	Substitut osseux / greffon osseux	Plaque verrouillée (surfix)
Woon- HwaJung [94] (groupe1)	Substitut osseux	Plaque peddu
Woon- HwaJung [94] (groupe1)	Substitut osseux	Plaque verrouillée (Tomofix)
F.Lavallé [84]	Substitut osseux	Plaque verrouillée (surfix)
T. Brosset [8]	Aucun comblement	Plaque verrouillée (Tomofix)
Hsu [90]	Greffon osseux	Agrafes
Notre série	Substitut osseux	Plaque réglable osteoplus / plaque en T

V. RESULTATS DE L'OSTEOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION PAR ADDITION INTERNE :

1. Les résultats cliniques :

1.1. Sur la douleur :

Notre étude confirme l'efficacité de l'OTV par addition interne sur la douleur, les bons résultats obtenus du score Genou contenu dans l'IKS, témoignent de l'indolence des genoux opérés.

Dans notre série, nous avons noté sur les 20 patients revus en consultation après un recul moyen de 3 ans :

- Absence de douleur chez 6 patients, soit dans 30% cas.
- Douleur faible à modérée chez 12 patients, soit dans 60% cas.
- Douleur intense chez 2 patients, soit 10% cas.

Tableau 22 : Résultats de l'OTV sur douleur selon les auteurs

	Technique OTV	Genou indolore (%)	Douleur faible à Modérée (%)	Douleur intense (%)
M.Asik[92]	Addition interne	46	40	10
J.- CBové[85]	Addition interne	46	41	16
Goutallier[40]	Addition interne	46	36	19
L.Lootvoet [101]	Soustraction externe	44	41	15
Blanchard [102]	Soustraction externe	58	30	12
Notre série	ouverture	30	60	10

Les douleurs sont diminuées ou disparaissent dans les suites de l'intervention quel que soit la correction axiale obtenue. Cette amélioration clinique est à mettre sur le compte de « l'orage vasculaire » qui suit le geste chirurgical avec le processus inflammatoire de réparation et l'apport en très grand nombre de cellules osseuses. Elle est aussi en partie la conséquence de la mise en décharge, même partielle, du membre inférieur contribuant à diminuer la pression exercée sur le compartiment médial.

Nos résultats sont comparables aux ceux de la littérature, notamment :

- **Le Bars [121]** qui a eu une disparition de la douleur chez (43%) de ses patients opérés et **Bové [85]** chez (43%) de ces 60 malades.
- **Catonné [62]** qui a comparé l'ouverture interne et la fermeture, a démontré que Les deux techniques améliorent significativement le score « échelle verbale analogique » qui est passé de 5,8 (0—10) en préopératoire à 1,37 (3—6), et puis à 1,14 (0—9) en six mois post- opératoire, selon lui le type d'ostéotomie, le fait de combler ou non et le type de comblement n'ont pas eu d'influence sur la douleur.
- Chez **F.Gouin [86]**, les patients qui avaient eu un comblement par blocs de céramique de phosphate de calcium étaient significativement plus douloureux à trois mois, que les patients avec greffe osseuse autologue.

L'ostéotomie tibiale de valgisation permet d'améliorer les douleurs en créant des conditions biomécaniques favorables [121]. On note que les techniques d'ouverture et de fermeture ont des résultats identiques sur la disparition de la douleur en post-opératoire. Cependant cet effet sur la douleur s'épuise avec le temps [125,126].

1.2. Sur la marche :

Tous nos malades revus en consultation ont rapporté une augmentation du périmètre de marche, avec une diminution importante de la boiterie et de l'usage de canne.

En préopératoire, les troubles de la marche sont étroitement liés à la douleur. De ce fait, au moment où l'effet antalgique de l'OTV est satisfaisant, nous retrouvons automatiquement une augmentation de périmètre de marche avec amélioration voire disparition de la boiterie.

Dans la littérature, plusieurs auteurs ont noté l'augmentation manifeste du périmètre de marche de leurs patients.

Tableau 23 : Résultats de l'OTV sur la marche selon les auteurs :

séries	Technique OTV	PM > 1 Km ou illimité	
		Pré-op	Post-op
M.Asik[92]	Addition interne	30%	60%
J.- CBové[85]	Addition interne	32%	81%
Goutallier[40]	Addition interne	27%	53%
L.Lootvoet [101]	Soustraction externe	31%	82%
Blanchard [102]	Soustraction externe	28%	62%
Notre série	Ouverture	30%	60%

Nos résultats concordent parfaitement avec ceux de la littérature, avec une évolution satisfaisante de la marche, qui n'est plus perturbée que dans 40% des cas en postopératoire, alors qu'elle en était dans 70% des cas en pré-opératoire.

De même on constate qu'avec l'ouverture ou la fermeture, les résultats sur la marche sont identiques.

1.3. Sur la mobilité :

Les mobilités obtenues dans notre expérience en post opératoire sont satisfaisants. À la révision 85% de nos malades ont présenté un degré de flexion >120° en post-opératoire, contrairement à 65% en préopératoire, grâce à la disparition de la douleur.

On a eu un degré de flexion supérieur à 100° chez tous les malades, avec une moyenne de 110°. Nos résultats sont comparables aux données de la littérature :

- Dans la série de Bové [92] la récupération de la mobilité articulaire en flexion post- opératoire était de 125°, et dans l'expérience de **Catonné [62]** dans sa série de 224 genoux, tous ses malades ont retrouvé leurs amplitudes articulaires préopératoires.

Pour d'autres auteurs, l'ostéotomie tibiale n'est pas une intervention mobilisatrice ; la mobilité demeure approximativement inchangée ou légèrement modifiée en postopératoire [99, 107,108].

1.4. Résultats globaux :

Dans la chirurgie du genou, divers systèmes peuvent être adoptés pour évaluer les résultats thérapeutiques. Le système de la Knee Society se basant sur l'étude de la douleur, la marche, la montée d'escalier, la mobilité, la force musculaire, le flessum et la stabilité, adopte un score de 100 points. Un score de 85 à 100 points est considéré

comme un excellent résultat, de 70 à 84 points comme bon résultat, de 60 à 69 points comme résultat moyen et moins de 60 points comme mauvais résultat. Ce score a pour avantage une évaluation parfaite et complète de la fonction du genou.

Ces paramètres cliniques ont été nettement altérés en préopératoire, alors que la majorité des malades bénéficiant de l'OTV présentent un score IKS **Excellent** ou **Bon** au dernier recul.

Le tableau suivant élucide une comparaison de nos résultats avec la revue de la littérature des séries utilisant la même technique que nous:

Tableau 24 : comparaison du score IKS post-opératoire des différentes séries :

Séries	Nombre de cas	Technique	Score IKS		
			Genou	Fonction	IKS global
M.Asik [92]	60	Ouverture interne + greffon osseux	85.6	83.5	84.55
J.- C Bové [85]	50	Ouverture interne+ substitut osseux	91.16	84.44	87.8
Woon-Hwa Jung (groupe 1) [94]	94	OTV addition interne + greffon osseux	92.1	89.0	90.55
Woon-Hwa Jung (groupe 2) [94]	92	OTV addition interne+ substitut osseux	95.5	95.0	95.2
Goutallier [40]	50	Ouverture interne+ substitut osseux	91,16	84,44	87.8
T. Brosset [8]	51	Ouverture interne+ greffon osseux	85.6	83.5	84.55
Notre série	20	OTV addition interne+ substitut osseux	85	90	87.5

Nos résultats sont comparables avec ceux des séries utilisant la même technique. Dans notre série le score IKS global passe de 68 à 87.5 soit un gain de 19.5 points.

Les résultats de **Woon-Hwa Jung [94]** sont meilleurs avec un gain de 31 points dans les deux groupes, avec également une amélioration portant principalement sur la douleur.

Brosset [8], dans sa série d'ouverture interne sans comblement a eu moins bons résultats en comparaison avec les autres séries. Le score IKS global passe de 76.5 à 86.5 soit un gain seulement de 10 points.

Les résultats thérapeutiques de l'ostéotomie tibiale de valgisation sont en général très satisfaisants à court et moyen terme. (**Tableau 25**)

Dans notre série on a eu 80% de bons et très bons résultats, avec un score IKS excellent dans 50% des cas, ce résultat est satisfaisant en le comparant avec celui des autres techniques de l'ostéotomie de valgisation.

Tableau 25 : Comparaison des résultats de l'OTV avec d'autres techniques OTV:

Séries	Technique OTV	Recul	Très bons et bons résultats
F.Langlais [78]	fermeture	5 ans	80%
M.Coventry [63]	fermeture	10 ans	60%
L.Lootvoet[101]	fermeture	8 ans	71%
Jenny[148]	curviplane	3 ans	82%
Notre série	ouverture	3 ans	80%

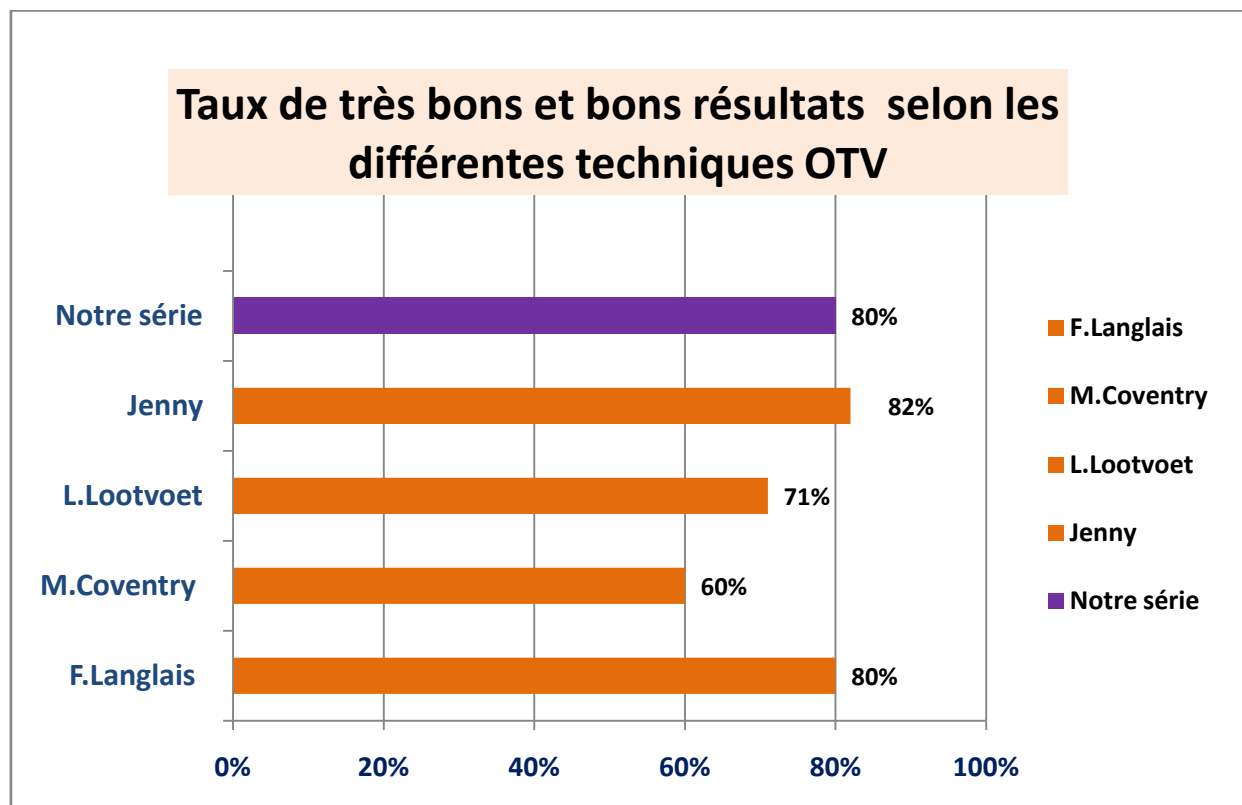


Figure 103: Comparaison des résultats fonctionnels d'OTV

La dégradation des résultats cliniques avec le temps explique les scores IKS moins bons au plus grand recul, et est retrouvée dans toutes les séries de la littérature ayant un recul suffisant.

Ainsi les résultats cliniques de l'OTV par addition interne sont réputés bons et satisfaisants avec une survie qui dépasse 10 ans [80].

Tableau 26 : comparaison du score IKS post-opératoire des différentes séries :

Série	Recul	Bons résultats
Insall [44]	2ans	97%
	5ans	85%
	10ans	63%
K.Yasuda [104]	6ans	88%
	10ans	63%
D.Naudie[149]	5ans	95%
	10ans	80%
	15ans	60%
Rinonapoli[105]	8ans	73%
	18ans	46%
Hernigou [80]	10ans	45%
	20ans	13%

On remarque une dégradation des résultats avec le temps pour tous les auteurs (tableau 26)

- Pour **Insall [44]** les bons résultats étaient de 97% après 2 ans, de 85% après 5 ans et de 63% après 10 ans.
- Pour **Yasuda [104]**, 88% de bons résultats après 6ans et 63% après 10 ans.
- Pour **Naudie [148]** il y avait 95% de bons résultats après 5ans, 80% après 10 ans et 60% après 15 ans.
- Pour **Rinonapoli [105]**, les bons résultats dans 73% des cas après 8 ans diminuent jusqu'à 46% après 18ans.
- Pour **Hernigou [80]**, sur 93 genoux, il y avait 45% de bons résultats à 10 ans et 13% le restaient après 20 ans.

2. Les résultats radiologiques :

2.1. La consolidation :

Il est très difficile d'évaluer le délai et la qualité d'une consolidation osseuse. Les chirurgiens se basent à la fois sur la clinique (essentiellement sur des critères subjectifs : la douleur, la qualité de l'appui sur le membre inférieur) et aussi sur le suivi radiographique (modification de la trame osseuse au niveau du trait d'ostéotomie).

Notre délai moyen de consolidation est de 3 mois, il est équivalent au délai rapporté par les auteurs utilisant la même technique.

Tableau 27 : Délais de consolidation des différentes séries :

Séries	Technique	Délai de consolidation
M.Asik [92]	OTV addition interne+ greffon osseux	2.8 mois
F. Gouin [86]	OTV addition interne + blocs de céramique de phosphate de calcium/greffon osseux	5mois/3 mois
J.- CBové [85]	OTV addition interne+ hydroxyapatite poreuse	4 mois
T. Brosset [8]	OTV addition interne sans comblement osseux	5 mois
F.Lavallé [84]	Substitut osseux (cale en céramique biphasée)	3 mois
Goutallier [40]	OTV addition interne+ cale de ciment	3 mois
Notre série	OTV addition interne + hydroxyapatite synthétique	3 mois

Dans les ostéotomies par addition interne, le délai de consolidation est influencé par le type de comblement, ainsi le délai de consolidation pour **Goutallier [40]**, est supérieur ou égal à trois mois avec une cale de ciment. Il est pour **F. Guin [86]**, de 3 mois (45 jours à six mois) en moyenne lorsque l'ostéotomie était comblée par de l'autogreffe, et de 5 mois utilisant un substitut en céramiques phosphate calcique macro poreux placé à la partie médiale de l'ostéotomie. **Koshino [128]** voit une trame osseuse continue dans le site d'ostéotomie à 4 mois en utilisant un comblement par hydroxyapatite poreuse (substitut céramique non résorbable).

Pour **Brosset [8]**, en absence du comblement osseux, une consolidation primaire a été observée chez 96 % des patients avec un délai moyen de 5 mois.

2.2. La correction angulaire :

Dans notre série :

- 11 cas (soit 55%) sont normo-corrigés entre 3° et 6° de valgus comme recommandé.
- 8 cas (soit 40%) présentent une hyocorrection <3° de valgus
- 1 cas est hypercorrigé au-delà de 6° de valgus.

Le tableau suivant élucide une comparaison de nos résultats avec la revue de la littérature des séries utilisant les différentes techniques de l'OTV:

Tableau 28: degré de correction dans la littérature

	Technique OTV	Hypercorrection (%)	Normocorrection (%)	Hypocorrection (%)
M.Asik[92]	Ouverture interne+greffon osseux	2	62	36
Bové[85]	Ouverture interne+ substitut osseux	0	61	39
Brosset[8]	Ouverture interne sans combement	8	10	82
L.Lootvoet[101]	Soustraction externe	2	55	43
Jenny [148]	curviplane	3	58	39
Notre série	20	5	55	40

L'hypo-correction constatée à la révision peut être attribuée à :

- un genu varum pré-opératoire important.
- une perte de correction, mais nous n'avons pas été en mesure de la chiffrer. Cette perte de correction est de 3° à 10 ans en moyenne (1.5° pour Yasuda [104] et Stuart [129], 2.6° pour Lootvoet [101], 3.5° pour Hernigou [80], 3.3° pour Rinonapoli [105]).
- une correction insuffisante, les défauts de correction sont fréquents :

Hernigou [80], note 25 % de défaut de correction sur 93 patients , pour **Descamps [99]** malgré une technique rigoureuse et une ostéosynthèse par lame-plaque, il a eu 19% de cas hypo-corrigés, **Lootvoet [101]** sur 193 patients rapporte un défaut de correction de 2.3° en moyenne pour une correction globale de 2.7° en valgus.

La correction du varus est influencée par plusieurs facteurs, ce qui rend sa réalisation encore plus délicate :

- en pré-opératoire, l'analyse radiologique du genu varum sur le pangonogramme peut être source d'erreur notamment en cas d'un flessum important [130].
- L'obligation de conserver la charnière corticale externe amène parfois à hypo- corriger, vu que sa rupture diminue la stabilité et la correction souhaitée [130].
- L'imprécision de l'estimation de l'alignement en per-opératoire utilisant la simple méthode du câble décrite dans la littérature par **Krettek [81]**.

Brosset[8] dans sa série d'ouverture interne sans comblement a eu des résultats moins satisfaisants avec un taux d'hypocorrection qui dépasse 80% .

Malgré toutes ces contraintes techniques, nos résultats angulaires obtenus pour un recul moyen de 3 ans sont comparables aux données de la littérature. La perte de correction n'a pas pu être mise en évidence dans notre série vue la révision faite à un recul limité.

2.3. évolution de l'arthrose fémoro-tibiale :

L'arthrose est un processus évolutif, outre le fait de soulager la douleur du patient, l'ostéotomie tibiale de valgisation a pour objectif, le ralentissement d'évolution de ce processus. Cet objectif est atteint lorsqu'une hypercorrection en valgus de 3° à 6° est obtenue.

Dans son étude, **Hernigou [80]** remarque une dégradation du compartiment interne chez seulement 15 % des patients hyper-corrigés, contre 89 % chez les patients hypo-corrigés. Ce dernier chiffre se rapproche de celui de **Hernborg et Nilsson [132]** qui évalue à 81 % le nombre de dégradation du compartiment interne à 10 ans dans l'évolution naturelle de la gonarthrose. En ce qui concerne le compartiment externe **Hernigou [80]** note 5 cas d'apparition d'arthrose externe chez des patients corrigés au-delà de 6° et recommande de se limiter à 6° de valgus. Cette constatation est également citée par **Rinonapoli [105]** qui fait une correction de 8.6° de valgus en moyenne.

Dans notre série: on a eu une stabilisation du stade de la gonarthrose fémoro-tibiale interne chez 90% de nos patients, et une aggravation de la gonarthrose devenant stade III chez 2 patients hypo corrigés. Par ailleurs, aucun cas d'arthrose fémoro-tibiale externe n'a été mis en évidence au recul.

2.4. Evolution de l'arthrose F-P :

Rares sont les études qui ont apprécié l'évolution de l'articulation fémoro-patellaire après ostéotomie. **Goutallier [40]** a montré que l'aspect radiologique de l'articulation fémoro-patellaire n'était guère influencé par l'ostéotomie tibiale bien que la plupart des signes de souffrance rotulienne avaient disparus ou se sont améliorés.

Très souvent une arthrose fémoro-patellaire associée à l'arthrose fémoro-tibiale bénéficie d'un geste thérapeutique adjuvant à l'ostéotomie (**Lerat [133]**, **Lootvoet [101]**). Il s'agit d'une résection de l'aileron rotulien externe, d'un avancement ou d'une transposition de la tubérosité tibiale telle que l'avait décrit **Olivier [134]**.

Dans notre série on note une stabilisation de l'arthrose fémoro-patellaire chez les 2 patients qui présentaient un syndrome fémoro-patellaire en pré-opératoire.

Par ailleurs, aucun nouveau cas d'arthrose fémoro-patellaire n'a été retrouvé au recul.

2.5. Retentissement sur la pente tibiale :

Les résultats de notre étude montrent une modification de 0,5° de la pente tibiale au dernier recul, la pente tibiale n'était pas significativement différente du groupe préopératoire.

Tableau 29 : comparaison de la pente tibiale pré et post opératoire des différentes séries :

Séries	Nombre de cas	Pente tibiale	
		préopératoire	postopératoire
Brouwer [128]	14	9.5	11.9
El Amrani [135]	40	4.2	6.2
El Azab [136]	50	6.4	8.5
A.Ducat [137]	321	5.6	6.2
Notre série	20	8.2	8.7

Plusieurs études ont constaté une augmentation de la pente tibiale après ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne ; pour **Brouwer [128]** la modification de la pente tibiale était de 2,4° ; 2° pour **El Amrani [135]** 2,1° pour **El Azab [136]** ; 0,6° pour **A .Ducat [137]**.

Cependant, d'autres auteurs ont montré l'absence de modification de la pente tibiale après ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne [65].

Pour **Noyes [138]** l'augmentation de la pente tibiale après ostéotomie tibiale de valgisation, s'explique par l'anatomie : la corticale antéro-médiale du tibia fait un angle de 45° avec la corticale postérieure alors que la corticale latérale est presque perpendiculaire au plan postérieur du tibia .ainsi une ostéotomie d'ouverture médiale avec des espaces tibiaux antérieur et postéro médiale de même hauteur induit une

augmentation de la pente tibiale .

En se basant sur les travaux de **Noyes**[138] **Joo ho wang** [94]a proposé, l'effet charnière ,en insistant sur l'emplacement de cette charnière corticale ,qui en étant en postérolatéral ;la pente tibiale sera par conséquent augmentée, et en étant dans le cortex latéral la pente tibiale restera intact. Par ailleurs **Marti** [139] a suggéré que l'ostéotomie incomplète du cortex postérieur soit aussi une cause d'augmentation de la pente tibiale postérieure pendant l'ostéotomie par ouverture interne et une coupe postérieure complète est importante pour empêcher une augmentation de la pente tibiale postérieure.

Certains auteurs se sont intéressés à la morphologie de la plaque, en insistant sur la conception actuelle de la plaque d'ostéosynthèse, qui ne tient pas compte du positionnement postéro-médial, suffisant pour diminuer la pente tibiale ; ou que le manque de fixation le long de la partie antéro-médiale de l'ostéotomie a abouti à une augmentation de l'écart entre les segments d'ostéotomie dans la période post-opératoire précoce. [140]

La modification de la pente tibiale est source d'instabilité et de translation tibiale antéro postérieure. Plus la pente augmente plus la translation tibiale antérieure augmente [30], en fait une augmentation de 10 degrés dans l'angle provoquerait un 6 millimètre de translation tibiale, qui provoquerait aussi une augmentation de la sévérité d'arthrose mettant en péril les opérations d'arthroplastie ultérieures. [70]

2.6. Retentissement sur la hauteur rotulienne :

La mesure de la hauteur patellaire selon la méthode de Caton–Deschamps retrouvait un indice à 1,03 en préopératoire, avec des extrêmes allant de 0,71 à 1,34.

Au recul, la hauteur rotulienne est à 0,95 avec des extrêmes allant de 0,58 à 1,39.

Ainsi nous avons retrouvé 14 cas d'abaissement de rotule soit un taux de 70%

Tableau 30 : comparaison de la hauteur rotulienne pré et post opératoire des différentes séries :

Séries	Nombre de cas	Hauteur rotulienne	
		préopératoire	postopératoire
Brouwer [128]	14	0.90	0.81
El Amrani [135]	40	0.95	0.86
El Azab [136]	50	1.24	1.17
Notre série	20	1.03	0.95

Dans notre série, l'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne sus-tubérositaire et ostéosynthèse par plaque a entraîné un abaissement de la rotule. Différentes études retrouvent, comme la nôtre, une incidence d'abaissement de la rotule proche de 100 %, pour **El AMRANI [135]**, l'incidence d'abaissement de la rotule est de 90%.

El Azab[136],a expliqué la baisse de la hauteur rotulienne par le fait de laisser la tubérosité tibiale à la partie distale de l'ostéotomie ,et que l'ostéotomie par ouverture induit une baisse de la tubérosité tibiale en raison d'un allongement de la partie proximale du tibia .Une autre explication c'est le raccourcissement du tendon rotulien

suite à la contraction réflexe de ses fibres tendineuses en raison de l'étirement soudain et l'irritation après l'ostéotomie[141] et la formation de Tissu cicatriciel le long du tendon rotulien .

Certains auteurs ont expliqué l'abaissement de la rotule, par le raccourcissement du tendon rotulien qui peut-être causé ; par la fibrose intra-tendineuse, les lésions cicatricielles interstitielles, l'ossification autour du tendon pendant la cicatrisation, la contracture induite du tendon, l'immobilisation, l'adhérence du tendon à la partie proximale de la tubérosité tibiale, l'adhérence du tendon à la bourse infra rotulienne profonde, et- ou des changements de la pente tibiale [142,143,144].

VI. LES COMPLICATIONS DE L'OSTEOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION :

1. La rupture de la charnière externe:

C'est une complication relativement fréquente. Il faut insister sur l'importance du respect de la charnière latérale, et le rôle de sa rupture dans la survenue d'une perte de correction et d'un retard de consolidation [77].

Dans notre série on note 1 cas de rupture de la charnière externe :

Tableau 31 : Taux de survenue de rupture de la charnière externe en post opératoire selon les auteurs.

Séries	Nombre de cas	Taux de rupture de la charnière externe
F.Gouin [86]	40	25%
Woon- Hwajung [94] (groupe 1)	94	7%
Woon- Hwajung [94] (groupe 2)	92	8%
T. Brosset [8]	51	10%
Notre série	20	5 %

2. Fractures peropératoires :

Ce sont souvent des fractures verticales intra-articulaires du plateau tibial dues à une erreur technique. Elles varient de 1 à 5 % selon la littérature.

Dans l'ostéotomie d'ouverture interne, c'est une fracture du plateau tibial externe tandis que dans l'ostéotomie de soustraction, c'est le plateau interne qui est fracturé.

Tout est question de charnière ostéo-périostée (position, fragilisation). Il est recommandé de laisser une épaisseur minimale de 2 cm d'épiphyse tibiale afin de limiter ce risque.

Tableau 32: Taux de fracture du plateau tibial selon les auteurs :

Séries	Nombre de cas	Taux de fracture du plateau tibial
M.Asik[92]	60	3%
Woon- HwaJung [94] (groupe 1)	94	2%
Woon- HwaJung [94] (groupe 2)	92	3%
E.DEhoux [95]	70	1.5%
T. Brosset [8]	51	0%
Notre série	20	0%

3. La lésion du nerf sciatique poplité externe :

Les paralysies du nerf péronier sont plus fréquentes dans les grosses corrections que dans les petites, mais toutes les techniques ont leur lot de complications nerveuses, sauf les OTV par ouverture où cela est exceptionnel : 1 cas sur 93 pour **Hernigou [87]** aucun pour nos 20 cas.

La lésion entraîne le plus souvent une parésie du releveur de l'hallux, mais on peut observer jusqu'à la paralysie complète de la loge musculaire antéro-externe associée à une anesthésie de la face externe de la jambe et du pied. Dans d'autres cas, il peut y avoir simplement une paresthésie transitoire.

Dans les OTV de fermeture, le risque d'atteinte nerveuse est plus fréquent, La résection de la tête du péroné entraîne 3 % de complications nerveuses (**Insall [44]**) et l'arthrolyse de l'articulation péronéo-tibiale supérieure entraîne 1,5 % de complications nerveuses.

Les complications nerveuses de l'ostéotomie curviplane existent : **Maquet [50]** déplore 3 % de lésions motrices (dont 1,7 % définitives) 9,4 % de lésions sensitives dont 4,4 % sont définitives.

4. Complications thromboemboliques :

Bien que le risque soit moins important que pour une arthroplastie, il subsiste. **Matthews [119]** note 6% de thromboses veineuses, 12 cas sur 544 pour **Descamps [99]**, 2 sur 301 pour **Argenson [100]**.

Le diagnostic est souvent méconnu en l'absence d'examen écho-doppler veineux. Ce risque est diminué aussi par la prise systématique d'anticoagulant à bas poids moléculaire à titre préventif jusqu'à la reprise de l'appui complet.

Au moindre doute et en fonction des données de l'examen clinique, sont effectués une écho-doppler et une phlébographie.

Dans notre série, aucune complication thromboembolique n'a été mise en évidence.

5. Infection avec arthrite septique :

On rencontre soit des infections profondes du site opératoire pouvant nécessiter l'ablation du matériel d'ostéosynthèse, parfois associées à une arthrite septique, soit plus souvent des infections superficielles liées à une souffrance cutanée, nécessitant des soins locaux et une antibiothérapie simple pour guérir .

Elle reste rarement décrite dans la littérature. On a coutume d'utiliser désormais une antibioprophylaxie systématique au cours du geste opératoire.

Aucun cas de sepsis n'a été rencontré dans notre série.

Tableau 33 : Taux d'infection post-opératoire selon les auteurs :

Séries	Nombre de cas	Taux d'infection en post op
M.Asik [91]	60	3%
F.Gouin [93]	40	2.5%
T. Brosset [88]	51	4%
Woon- Hwa Jung [86] (groupe1)	94	0%
Woon- Hwa Jung [86] (groupe2)	92	1%
Notre série	20	0%

6. Syndrome des loges :

Il est rare 5 cas sur 544 pour Descamps [99], il est surtout présent dans l'ostéotomie par fermeture externe et concerne la loge antéro-externe de la jambe. Les facteurs de risques sont comme ailleurs, un temps de garrot trop long, une mauvaise hémostase, une fermeture de l'aponévrose trop étanche sans drainage, une dissection traumatique large, un bandage trop serré. Dans certains cas, il existe un défaut de diagnostic à cause du bloc analgésique tronculaire.

Dans notre série aucun patient n'a présenté un syndrome de loges en post-opératoire.

7. La nécrose cutanée :

C'est une complication rare, elle survient surtout au cours de l'OTV par addition interne par tension de la peau au cours de l'intervention : 12,5 % pour Blanchard [102].

Elle est signalée par Schuster [120] qui a eu 4,6 % de nécroses d'évolution bénigne sans recours à des gestes de chirurgie plastique, après des ostéotomies de fermeture avec lame-plaque «col-de-cygne».

Weill [41] ne signale que 0,5 % de nécrose cutanée dans ses ostéotomies curviplanes par voie antérieure.

Dans notre série aucune nécrose cutanée n'a été mise en évidence en post-opératoire.

8. Démontage du matériel d'ostéosynthèse :

C'est une complication exceptionnelle, rarement rencontrée au cours de l'OTV.

9. La raideur articulaire

C'est une complication très rare, car l'OTV est une chirurgie extra-articulaire, souvent séquellaire d'une algodystrophie. L'OTV n'a pas d'influence sur la mobilité articulaire [100, 103, 104] mais aura un moins bon résultat s'il existe déjà une raideur due cette fois à l'arthrose [99].

Dans notre série, la raideur articulaire a été relevée chez 03 patients ; qui ont bénéficié d'une rééducation avec de bons résultats finals.

10. L'algodystrophie :

Le genou est une localisation moins fréquente que l'épaule, la main ou la cheville mais certains cas ont été rapportés. Ainsi **Argenson [100]** en retrouve 3 dans sa série de 301 patients revus. La lutte contre la douleur post opératoire semble être le meilleur moyen de prévention.

Dans notre série, aucun cas d'algodystrophie n'a été mis en évidence.

11. Retard de consolidation et pseudarthrose :

Les problèmes de consolidation existent avec toutes les techniques et tous les procédés d'ostéosynthèse. Le délai de consolidation est rarement précisé dans les séries.

L'OTV de soustraction est moins souvent sujette à cette complication compte tenu de la mise en compression du foyer d'ostéotomie. Quant à l'OTV d'ouverture, tout dépend de la technique opératoire. Il n'est plus recommandé de laisser le foyer d'ostéotomie sans comblement osseux sauf pour des ouvertures minimales moins de 5° [67] sinon c'est affaire de chirurgien. Certains privilégient les substituts osseux pour éviter la morbidité du site donneur, d'autres préfèrent s'assurer une bonne consolidation avec du greffon osseux autologue.

Vainionpaa [87] a noté qu'il y avait 3,6 % de retard de consolidation pour les ostéotomies au-dessus de la tubérosité alors qu'il y en a 14 % pour les ostéotomies situées en dessous. Le taux de pseudarthrose après les ostéotomies tibiales est de 1 à 3 % et il est de 6 à 7 % pour le fémur.

Gouion [93] note 2,4% de pseudarthrose avec des ostéotomies hautes d'addition avec greffon iliaque. Dans la série de **Brosset [88]** utilisant une ostéotomie sans comblement a eu 3,9% des patients qui ont présenté un retard de consolidation.

Dans notre série la consolidation a été obtenue au bout de 3 mois en moyenne. Aucun cas de retard de consolidation ou de pseudarthrose n'a été mis en évidence en post-opératoire.

VII. FUTURE ET PROSPECTIVES DE L'OSTEOTOMIE DE VALGISATION PAR ADDITION INTERNE [21]:

Afin de pouvoir améliorer les résultats de cette technique chirurgicale, il faut définir précisément la cible : Il est convenable d'obtenir un axe post-opératoire supérieur à 180° , mais dont la valeur doit être adaptée au cas par cas.

Cette valeur doit être maintenue au cours du temps afin d'éviter les récives précoces, une hyper-correction exagérée aboutit à une dégradation du compartiment fémoro-tibial externe et un angle en hypo-correction entraîne un échec précoce.

L'amélioration des matériaux d'ostéosynthèse permettra, une stabilité initiale postopératoire, un maintien de la correction obtenue, un appui le plus précoce possible avec la plus courte immobilisation possible afin de limiter les raideurs.

L'amélioration des composants de comblement dans l'OTV par ouverture interne, qui est réalisé par une autogreffe, une allogreffe ou un composant de comblement. L'autogreffe est la technique de référence, en revanche du fait de sa morbidité relative (hématome, atteinte du nerf fémoro-cutané, douleur postopératoire), de nombreux chirurgiens utilisent un composant de comblement avec des propriétés ostéo-inductrices. Différents composants de comblement sont utilisés en pratique mais aucun n'a fait la preuve de sa supériorité. Les substituts osseux type : phosphate calcique [86], Les céramiques contenant d'alumine poreuse [85], céramique biphasée [84], ciment [145] donnent de bons résultats, mais avec des complications non négligeables à type de pseudarthroses et de perte de correction [95].

L'introduction de la chirurgie assistée par ordinateur (CAO), qui est utilisée dans la chirurgie prothétique du genou puis de la hanche depuis quelques

années, et s'adapte désormais aux OTV. Une étude sur cadavres retrouve une correction plus précise avec la navigation [146]. Les quelques séries cliniques sont en accord avec cette conclusion [147]. De plus, la CAO supprime l'irradiation au cours de l'intervention et permet de corriger des déformations multi-planes.

CONCLUSION

L'ostéotomie tibiale de valgisation par addition interne tient encore une place importante dans l'arsenal chirurgical contre la gonarthrose, face aux différentes techniques de valgisation et face à la chirurgie prothétique.

C'est une intervention extra-articulaire, à bases biomécaniques, qui ne fait pas courir des risques importants et qui a le pouvoir de soulager la douleur, tout en ralentissant l'évolution de la gonarthrose sur genou varum.

Après notre expérience, on a retenu que : l'index de masse corporelle ($IMC < 25$), l'importance de la gonarthrose interne (stade d'Ahlback < 2), l'angle de correction fémoro-tibial (entre 3 et 6° de valgus), la nature du comblement, sont les grands facteurs de bon pronostic permettant de juger l'évolution à long terme d'une OTV par addition. Toutefois l'âge, l'angle fémoro-tibial initial et la mobilité n'influencent pas autant les résultats finals.

Sur le plan chirurgical, l'OTV par addition fait l'objet de plusieurs contraintes techniques. On espère l'amélioration des outils de mesure per-opératoire de la correction qui permettra de développer cette technique et la rendre encore plus précise, et de plus en plus performante.

Parallèlement, la progression de l'OTV par addition est liée à son aspect biomécanique, ce qui nous laisse espérer une amélioration des matériels d'ostéosynthèse pour une meilleure stabilité des montages, ainsi que comblement de l'ouverture par des substituts osseux pour obtenir une correction stable et solide dans le temps.

RESUMES

Résumé

Face à une arthrose fémoro-tibiale interne sur genu varum, l'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne constitue une intervention de choix, qui a fait preuve d'efficacité dans la stabilisation et même l'amélioration de l'arthrose. Notre étude concerne 20 cas de gonarthrose sur genu varum, traités par ostéotomie tibiale de valgisation par addition interne, menée au sein du service de traumatologie-orthopédie "A" du Centre Hospitalier Universitaire HASSAN II de Fès, sur une période de 8 ans.

L'âge moyen de nos malades était de 51 ans, avec un sexe ratio de 1H/3F. Dans 80% des cas la gonarthrose était sur genu varum d'origine primitive, alors que dans 20% des cas, était secondaire à un traumatisme ou à une méniscectomie.

Cliniquement la gonalgie mécanique était le maître symptôme, avec une intensité niveau 3 sur l'échelle verbal simple chez la moitié des malades. L'imagerie avait pour but la mesure des déviations angulaires ainsi que la correction chirurgicale et la surveillance de l'évolution.

Les stades I et II d'Ahlback constituaient la plus grande partie des cas de l'arthrose fémoro-tibiale (90%). La déviation angulaire globale moyenne était de 12° avec des extrêmes de 6° et 19°.

Après un recul moyen de 3ans, on a noté une stabilisation de la gonarthrose dans 90% des cas. La déviation angulaire post opératoire était en moyenne 1.5° de valgus, variant entre 4° de varus et 6° de valgus. Le degré moyen de correction du varus était de 13°.

Les résultats évalués par le score IKS, étaient excellents et bons dans 80% des cas pour le score genou et 80% des cas pour le score fonction.

ABSTRACT

In knee osteoarthritis, medial-opening tibial osteotomy remains a good surgical technique, and have been effective in stabilizing and even improving osteoarthritis, Our study is about 20 cases of gonarthrosis on genu varum, treated by opening wedge valgus high tibial osteotomy conducted within the orthopedic trauma department " A" of the University Hospital HASSAN II of Fez, over a period of 8 years.

The mean age of our patients was 51 years, with a sex ratio of 1M/3F. In 80% of cases the gonarthrosis was related to primitive genu varum, while 20% cases were secondary to trauma or meniscectomy.

Clinically the knee pain was the main symptom in all cases, with an intensity level 3 on the simple verbal scale.

The imagery was designed to measure angular deviations and surgical correction and monitoring the evolution.

Stages I and II of Ahlback classification represent the most cases of tibiofemoral osteoarthritis (90%). Angular deviation adjusted mean was 12 ° (6 ° –19 °).

After a mean follow-up of 3 years, knee osteoarthritis was stabilized in 90% of cases. The postoperative angular deviation was on average 1.5 ° of valgus, varying between 4 ° of varus and 6 ° of valgus. The average degree of varus correction was 13 °.

The results evaluated by the IKS score were excellent or good in 80% of cases for the knee score and 80% for the function score.

ملخص

يعتبر قطع العظم الظنبوبي من الطرق الفعالة لمعالجة التعضي الداخلي للركبة على ركبة فحجاء، و قد أثبتت هذه التقنية قد رتها على استقرار وكذا تحسن حالات تعضي الركبة.

تتمحور دراستنا حول 20 حالة عولجت بعملية قطع وزيادة داخلية على مستوى العظم الظنبوبي، أجريت جميعها بمركز جراحة العظام المفاصل 'أ' بالمستشفى الجامعي الحسن الثاني بفاس على مدة ثمان سنوات

متوسط عمر المرضى كان 51 عاما و نسبة الجنسين كانت 3/1. في 80% من الحالات كان التعضي مرتبط بركبة فحجاء اولية، بينما في 20% من الحالات كان مرتبط بركبة فحجاء ثانوية.

سريريا الألم في الركبة كان العرض الرئيسي في جميع الحالات، مع مستوى الشدة 3 على المقياس اللفظي. التصوير الإشعاعي المستعمل كان يهدف إلى قياس الانحرافات الزاوية وتصحيحها جراحيا ، و رصد تطورها.

شكلت المراحل I و II من تصنيف "اهليك" القسم الكبير من الحالات (90%). متوسط الانحراف الزاوي العام كان يساوي 12 درجة مع حدين من 6 إلى 19 درجة.

بعد متابعة متوسطة لمدة 3 سنوات لاحظنا استقرار في مراحل تعضي الركبة. الانحراف الزاوي بعد العملية الجراحية قدر ب 1.5 درجة بالمتوسط حيث انه تراوح بين 4 درجات روح الركبة ، و 6 درجات بفحج الركبة . متوسط تصحيح درجة روح الركبة هو 13 درجة.

النتائج التي تم تقييمها بدرجة " IKS " كانت ممتازة وجيدة في 80 % من الحالات بدرجة الركبة و 80% من الحالات بدرجة الوظيفة.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Felson DT

The epidemiology of osteoarthritis : results from the Framingham Osteoarthritis Study. Arthritis Rheum 1990. 20 (suppl. 1):42–50.

[2] Legré V. Boyer T

Diagnostic et traitement d'un genou Douloureux. Appareil locomoteur, 14–325–A–10,2003:24p.

[3] Jackson JP, Waugh W

Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg Br. 1961;43:746–51.

[4] LAHLAIDI A

«Anatomie topographique (les membres)».

[5] DAOUDI. A. CHAKOUR .K :

Atelier de dissection du genou, Laboratoire d'anatomie de microchirurgie et de chirurgie expérimentale, faculté de médecine et de pharmacie de Fès.

[6] M.OUATOUF :

Dissection anatomochirurgicale du membre inferieur, thèse chu hassan II de Fès

[7] Chevalier JM

Anatomie : Appareil locomoteur. Paris, 1998;316–339

[8] Brosset T, Pasquier G, Migaud H, Gougeon F

Opening wedge high tibial osteotomy performed without filling the defect but with locking plate fixation (TomoFix) and early weight-bearing: prospective evaluation of bone union, precision and maintenance of correction in 51 cases. Orthop Traumatol Surg Res. 2018;97:705–711.

[9] FRANK NETTER :

Atlas d'anatomie humaine Tome :membre inférieur

[10] Hutchinson CR, Cho B, Wong N, Agnidis Z, Gross A

Proximal valgus osteotomy for osteoarthritis of the knee. AAOS Instructional Course Lecture, 1999. Vol 48: 131–134.

[11] Atlas anatomie :

Anatomie des membres

[12] A.L KAPANDJI

Anatomie fonctionnelle : Tome2–Membre inférieur

[13] STRECHER W :

Analyse et planification des déformations adjacentes du genou. Maîtrise Orthopédique, Mars 2008, 172.

[14] Paley D :

Principles of deformity correction. Berlin–Heidelberg–New York, Springer, 2002.

[15] Maquet P:

Biomechanics of the knee with application to the pathogenesis and surgical treatment of osteoarthrosis. 1976 springer– verlag.

[16] Thomine JM, Boudjemaa A, Gibon V, Biga N :

Les écarts varisants dans la gonarthrose, fondement théorie et essaie d'évaluation pratique. Rev chir orthop, 1981;67 :319.

[17] Jonhson F, Lielt S, Waugh W :

The distribution of load across the knee. A comparison of static and dynamic measurements. J Bone Joint Surg, 1980 ;62 : 346.

[18] Harrington IJ :

Static and dynamic loading patterns in knee joints with deformities. J Bone Joint Surg, 1983; 72: 247.

[19] CARNET J.P :

Biomécanique de l'articulation du genou Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, conférence d'enseignement 1991, 189–208

[20] PAUWELS F:

Biomécanics of the loco motor apparatus. Spring Verlag. Berlin, New York. 1980.

[21] Dubrana F, Lecerf G, Nguyen-khanh JP, Menard R, Ardouin L, Gibon Y, et al :

Ostéotomie tibiale de valgisation. Rev Chir Orthop,2008;94:2–21.

[22] Lerat JL:

Place et techniques actuelles des ostéotomies dans la gonarthrose fémoro-tibiale médiale. emémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, 2006, 5 (1) : 39–60.

[23] Hernigou Ph, Goutallier D :

Devenir de l'articulation fémoro-patellaire du genu varum arthrosique après OTV par addition interne. Recul à plus de 10ans. Rev Chir Orthop, 1987 ;73 :43.

[24] VIGNON E.BEJU I

Gonarthrose.EMC. Therapeutique , 1989,25 187 , c 10 11,8.

[25] BONNEL F, MANSAT CH, JEGER J.H

La gonarthroe, Masson éditeur, Tome 1 , 1987 page 329

[26] MASSE J.P, GLIMET T, KUNTZ D

Age de début et fréquence des douleurs chroniques dans la gonarthrose. Rev. Rhum.Nal ostéoartic 1992 59 (1) 17–21

[27] LEGOFF P

Gonarthrose. EMC, Paris, appareil locomoteur, 1979, 14325 A 10, 3

[28] DJ Yasgur, GR Scuderi, JN Insall

Medical release for fixed-varus deformity. Springer New York: Surgical Techniques in Total Knee Arthroplasty; 2002. p. 189

[29] GLIMET T., MAASE J.P, KUNTZ D

Obésité et gonarthrose. Revue du rhumatisme, 1990, 57 (3), 207–209

[30] Y Garillon

Imagerie de la gonarthrose : La gonarthrose Traitement chirurgical : de l'arthroscopie à la prothèse :24,37

[31] Caton J DG, Chambat P, Lerat JL, Dejour H

Les rotules basses (Patellæ inferæ). À propos de 128 observations. Revue de chirurgie orthopedique et traumatologique. 1982;68:317–25.

[32] Moore TM, Harvey JP Jr

Roentgenographic measurement of tibial plateau depression due to fracture. J Bone Joint Surg [Am] 1974;56-A:155–60

[33] LEVIGNE C.H

Intérêt de l'axe épiphysaire dans l'arthrose: analyse du groupe témoin. Les gonarthroses. 7èmes journées lyonnaises de chirurgie du genou, 991, 7, 127–142.

[34] Ahlback S

Osteoarthritis of the knee: a radiographic investigation. Acta Radiol Stockholm 1968; 227: 7–72.

[35] IWANO T, KUROSAWA H, TOKUYAMA H, HOSHIKAWA Y

Roentgenographic and clinical findings of patellofemoral osteoarthritis. With special reference to its relationship to femorotibial osteoarthritis and etiologic factors. Clin Orthop. 1990 Mar; (252):190–7.

[36] Hui C, Salmon LJ, Kok A, Williams HA, Hockers N, van der Tempel WM, et al:

Long-term survival of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. Am J Sports Med 201;39(1):64–70.

[37] Dejour H, Walch G, Deschamps G, Chambat P

Arthrose du genou sur laxité chronique antérieure. Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice appar Mot. 1987; 73(3):157–170.

[38] Cazalis P:

Diagnostic et traitement d'un genou douloureux. Encycl Med Chir (Paris), appareil locomoteur,1994 ;14-325-A-10 : 16.

[39] Benyamou C, Tourlière D:

La gonarthrose. Rev Rhum,1990 ;97 :33.

[40] Goutallier D, Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J

Devenir à plus de 10 ans de 93 ostéotomies tibiales. Rev Chir Orthop 1986;72:101–114.

[41] Thomine JM

Les ostéotomies dans la gonarthrose fémoro-tibiale latéralisée. Théorie et pratique. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Conférence d'Enseignement, 1989 : 99–112

[42] Stukenborg-Colsman C, Wirth CJ, Lazovic D, Wefer A

High tibial osteotomy versus unicompartamental joint replacement in unicompartamental knee joint osteoarthritis: 7–10–year followup prospective randomised study. Knee 2001;8(3):187–94.

[43] Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ

Survivorship of the high tibial valgus osteotomy A 10– to 22– year follow-up study. The Install Award Clin Orthop Relat Res 2006;367:18–27.

[44] Insall J.N., Joseph D.M., and Msika C

High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. J Bone Joint Surg Am 2005; 66(7): 1040–8.

[45] Bellier G, Dijan P

Chirurgie de la gonarthrose. EMC, appareil locomoteur 2010, 14-326-A-10.

[46] S. Lazic, O. Boughton, C. Hing, J. Bernard

Arthroscopic washout of the knee: a procedure in decline. Knee. 2014;21(2):631–4.

[47] DANDY DJ

Arthroscopic debridement of the knee for osteoarthritis [Editorial]. J Bone Joint Surg 2007 ; 73 B : 877–879

[48] GIBSON JNA, WHITE MD, CHAPMAN VM, STRACHAN RK

Arthroscopic lavage and debridement for osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg 2010 ; 74 B (4) : 534–537

[49] SALISBURY RB, NOTTAGE WM, GARDNER V

The effect of alignment on results in arthroscopic debridement of the degenerative knee. Clin Orthop 2007; 198 : 268–272

[50] Maquet P:

Valgus osteotomy for osteoarthritis of the knee. Clin Orthop Relat Res 1976(120): 143–8.

[51] Blaimont P:

Curviplane osteotomy in the treatment of gonarthrosis. Acta Orthop Belg 1982; 48(1): 97–109.

[52] Bauer G.C., Insall J., and Koshino T

Tibial osteotomy in gonarthrosis (osteoarthritis of the knee). J Bone Joint Surg Am 2009; 51(8): 1545–63.

[53] Kirgis A. and Albrecht S

Palsy of the deep peroneal nerve after proximal tibial osteotomy. An anatomical study. J Bone Joint Surg Am 1992; 74(8): 1180–5.

[54] Perusi M., Baietta D., and Pizzoli A

Surgical correction of osteoarthritic genu varum by the hemicallotaxis technique]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 2010; 80(8): 739–43.

[55] Aoki Y., et al

Inverted V-shaped high tibial osteotomy compared with closing-wedge high tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. Ten-year follow-up result. J Bone Joint Surg Br 2011; 88(10): 1336–40.

[56] Nagi O.N., Kumar S., and Aggarwal S

Combined lateral closing and medial opening-wedge high tibial osteotomy. J Bone Joint Surg Am 2015; 89(3): 542–9.

[57] Ospital B

Ostéotomie tibiale de valgisation par soustraction externe, technique dite à bascule. A propos de 34 cas, in Thèse médecine. 2006, Université Victor Segalen: Bordeaux. p. 95.

[58] Levy M., et al

High tibial osteotomy: a follow-up study and description of a modified technic. Clin Orthop Relat Res 1973(93): 274–7.

[59] RAND JA, ILSTRUP DM

Survivorship analysis of total knee arthroplasty. Cumulative rates survival of 9 200 total knee arthroplasties. J Bone Joint Surg 1991 ; 73 A (3) : 397–410

[60] Noel E

Le traitement médical de la gonarthrose. La gonarthrose. Approche pratique en orthopédie-traumatologie. 2006 : 239–246.

[61] R. Baalbaki, E. NGassom, A. Lunebourg, M. Ollivier, S. Parratte, B. Jolles–Haeberli

Chirurgie du genou arthrosique. Manuel pratique de chirurgie orthopédique. 2014, Pages 297–32.

[62] Y. Catonné, T. Judet et al :

TABLE RONDE, LE 12 NOVEMBRE 2009 À L'OCCASION DE LA 84EME RÉUNION ANNUELLE DE LA SOFCOT Ostéotomies tibiales

[63] COVENTRY M.B:

Upper tibial osteotomy. Clin Orthop Relat Res 2007(182): 46–52.

[64] JASHAW, MOULTON MJ

High tibial ostéotomy : An operation based on a spurious mechanical concept. The american journal of orthopedics, 2010,429–436.

[65] SEGAL P

Les échecs des ostéotomies tibiales de valgisation pour gonarthrose et leurs reprises. Symposium SOFCOT. Rev Chir Orthop 1992 ; 78(suppl I) : 85–128

[66] Hernigou PH., Ovidia H

Modélisation mathématique de l'ostéotomie tibiale d'ouverture et table de correction. Rev Chir Orthop 1992;78:258–63.

[67] Lerat J.L

Ostéotomies dans la gonarthrose.Cahier d'enseignement de la SOFCOT. 2000; pp165–201.

[68] Aydogdu S., Cullu E., Arac N., Varolgunes N., Sur H

Prolonged peroneal nerve dysfunction after high tibial osteotomy: pre- and postoperative electrophysiological study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2000, 8(5): 305–8,

[69]] Paley D., Maar D.C., Herzenberg J.E

New concepts in high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. *Orthop Clin North Am*, 1994, 25(3): 483–98.

[70] Haddad F.S., Bentley G

Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a medium-term review. *J Arthroplasty*, 2000.15(5): 597–603.

[71] Cameron H.U., Welsh R.P

Potential complications of total knee replacement following tibial osteotomy. *Orthop Rev*, 1988.17(1): 39–43.

[72] <http://www.orthopale.org/>

[73] A. Amendola, D.A. Parker et A.J. Trivett

Techniques des ostéotomies tibiales. *La gonarthrose*, 2006–springer

[74] P.Neyret, G. Demey

Traité de chirurgie du genou. *Edition 2012*, 158–162

[75] Cloutier J, Sions M

Arthroplastie totale de reprise du genou. *Revue de praticien*, 1994 ;41 :1461.

[76] Amendola A, Mrkonjic L, Clatworthy M, Kirkley A

(2011) Opening wedge high tibial osteotomy using a Puddu distraction plate: Focus on technique, early results and complications. Presented at the International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine, Washington, DC

[77] <http://www.medicalexpo.fr/>

[78] Langlais F et Thomazeay H

Ostéotomies du tibia proximal. Encycl Méd Chir, Techniques chirurgicales – OrthopédieTraumatologie, 44–830,1999, 17p

[79] Bouabdellah M., Zarrouk A., Kammoun. S., Karray B., Kooli M

Technique d'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne dans les gonarthroses. Tunisie Orthopédique.2013,Vol 2,N°2:137–144.

[80] P. Hernigou

Technique de l'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne. Mises au Point en Chirurgie du Genou, 2013, 120–127.

[81] Krettek, C.; Schandelmaier, P.; Miclau, T.; & Tscherne, H

Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using DCS in proximal and distal femoral fractures, Injury, 2012 Vol.28, (Suppl 1),pp.S–A20–30.

[82] Burchardt H

The biology of bone graft repair. Clin Orthop Relat Res,2005, (174): 28–42.

[83] Burchardt H., Busbee G.A., 3rd, Enneking W.F

Repair of experimental autologous grafts of cortical bone. J Bone Joint Surg Am, 57(6): 814–9, 1975

[84] F. Lavallé, H. Pascal–Mousselard, J.–L. Rouvillain, D. Ribeyre, O. Delattre, Y.

Catonné

Cale en céramique biphasée et plaque à vis orientables verrouillées dans les valgisations tibiales par addition. Rev Chir Orthop 2010, 90, 550–556.

[85] Bove JC

Utilisation d'une cale en céramique d'alumine poreuse dans l'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne. Rev Chir Orthop. 2012 ;88 ;480–5.

[86] F. Gouin, F. Yaouanca, D. Waasta, B. Melchiorc, J. Delecrina, N. Passuti

Ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture médiale : comparaison des blocs de céramique de phosphate de calcium avec les autogreffes osseuses. Rev Chir Orthop. 2015,96, 710—718.

[87] Van der Stok J, Van Lieshout EMM, El-Massoudi Y, et al

Bone substitutes in the Netherlands – A systematic literature review. Acta Biomaterialia 2011 ; 7 : 739–50

[88] Hench LL

Bioceramics. Journal of American Ceramic Society 2007 ; 81 : 1705–28.

[89] Mathiew J, Kennat A

High tibial osteotomy and distal femoral osteotomy for valgus or varus deformity around the knee.

[90] Hsu RWW, Himeno S, Coventry MB, Chao EYS

Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee. Clin. Orthop. 2005 255 : 215–27

[91] Bouabdellah M

Evaluation de la technique de l'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne dans le traitement des gonarthroses latéralisées. Thèse de Médecine. Faculté de Médecine de Tunis 2006

[92] Mehmet Asik, Cengiz Sen, Bulent Kilic, S. Bora Goksan, Feyyaz Ciftci, Omer F. Taser

High tibial osteotomy with Puddu plate for the treatment of varus gonarthrosis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2010,14: 948–954.

[93] Stoffel K, Stachowiak G, Kuster M

Open wedge high tibial osteotomy: biomechanical investigation of the modified Arthrex Osteotomy Plate (Puddu Plate) and the TomoFix Plate. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2004;19:944—50.

[94] Woon-Hwa Jung, M.D., Chung-Woo Chun, M.D., Ji-Hoon Lee, M.D., Jae-Hun Ha, P.A., Ji-Hyae Kim, P.A., and Jae-Heon Jeong, M.D

Comparative Study of Medial Opening-Wedge High Tibial Osteotomy Using 2 Different Implants. The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 29, 2015: 1063–1071.

[95] Dehoux E., Madi K., Fourati E., Mensa C., Segal P

Valgisation tibiale par ouverture médiale utilisant un coin de céramique de phosphate tricalcique: à propos de 70 cas revus avec un recul moyen de 18 mois. Rev Chir Orthop. 2015,91(2): 143–148.

[96] Meynet J.C

Ostéotomie de valgisation par ouverture interne: place des substituts osseux. Ann Orthop Ouest, 2008,30:171–73.

[97] Miller BS, Dorsey WO, Bryant CR, Austin JC

The effect of lateral cortex disruption and repair on the stability of the medial opening wedge high tibial osteotomy. Am J Sports Med 2005;33:1552–7.

[98] Matthews L.S., et al

Proximal tibial osteotomy. Factors that influence the duration of satisfactory function. Clin Orthop Relat Res 1988(229): 193–200.

[99] Descamps L., et al

Angular synthesis in upper tibial valgus osteotomy in osteoarthritis. A propos of a series of 544 cases. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 2007; 73(3): 231–6.

[100] Flecher X., et al

A 12–28–year followup study of closing wedge high tibial osteotomy. Clin Orthop Relat Res 2011; 452: 91–6.

[101] Lootvoet L., et al

Upper tibial osteotomy for gonarthrosis in genu varum. Apropos of a series of 193 cases reviewed 6 to 10 years later. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1993; 79(5): 375–84.

[102] Blanchard J.P., et al

Upper tibial osteotomy for degenerative arthritis of the knee with varus deformity.–A review of 250 cases. . Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1979; 65(4): 209–19.

[103] Morrey B.F

Upper tibial osteotomy for secondary osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg Br 1989; 71(4): 554–9.

[104] Yasuda K., et al

A ten– to 15–year follow–up observation of high tibial osteotomy in medial compartment osteoarthritis. Clin Orthop Relat Res 2002(282): 186–95.

[105] Rinonapoli E., et al

Tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A 10– to 21–year followup study. Clin Orthop Relat Res 1998(353): 185–93.

[106] Prodromos C.C., Andriacchi T.P., and Galante J.O

A relationship between gait and clinical changes following high tibial osteotomy. J Bone Joint Surg Am 2005; 67(8): 1188–94.

[107] Aydogdu S. and Sur H

High tibial osteotomy for varus deformity of more than 20 degrees. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1997; 84(5): 439–46.

[108] Niedercorn JC

La kinésithérapie précoce après ostéotomie de valgisation tibiale. Ann Kinesithér, 1985 ;12 :381–384

[109] Duffey F. Grand Jean JL

Kinésithérapie et rééducation fonctionnelle dans le traitement de la gonarthrose. Encycl Med Chir (Paris), Kinésithérapie. 1989;26, 296–A–10,12,.

[110] Durey A, Malier M

Rééducation du genou. Revue du praticien, 1986 ;36(7) :345–354

[111] Bouharras M, Hoet F, Watillon M, Dspontin J, Geullete R, Thomas P, Parmentier D:

Results of tibial valgus osteotomy for internal femoro–tibial arthritis with an average 8– year follow–up. Acta Orthop Belg. 1994;60:163–168.

[112] Vielpeau C., Dimech C., Locker B

Les échecs des ostéotomies tibiales:Série témoin. Rev Chir Orthop. 1992;78:90–2.

[113] Cloutier J, Sions M

Arthroplastie totale de reprise du genou. Revue de praticien, 1994 ;41 :1461.

[114] Staubli AE, De Simoni C, Babst R, Lobenhoffer P

TomoFix: a new LCP–concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia– early results in 92 cases. Injury 2003;34(Suppl.2):B55–62.

[115] Hernigou P

Recul à plus de 20 ans de la gonarthrose fémorotibiale interne après ostéotomie tibiale de valgisation. Rev Chir Orthop, 2002;82: 241–50

[116] Heary R.F., Schlenk R.P., Sacchieri T.A., Barone D., Brotea C

Persistent iliac crest donor site pain: independent outcome assessment. *Neurosurgery*;2002,50(3): 510-6.

[117] Romih M., Delecrin J

Morbidité du prélèvement de greffons osseux au niveau des crêtes iliaques dans la chirurgie du rachis ; justification du recours aux substituts osseux. *Rachis*,(13): 167-72, 2001.

[118] Stoffel K, Stachowiak G, Kuster M.

Open wedge high tibial osteotomy: biomechanical investigation of the modified Arthrex Osteotomy Plate (Puddu Plate) and the TomoFix Plate. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*2004;19:944—50

[119] Matthews L.S., et al

Proximal tibial osteotomy. Factors that influence the duration of satisfactory function. *Clin Orthop Relat Res* 1988(229): 193-200.

[120] Abisset-Bouvier C. Abisset-Bouvier C:

Arthrose fémoro-tibiale interne sur genu varum. Ostéotomie de valgisation selon Descamps à propos de 327 cas. Thèse Médecine, Lille 1987.

[121] Le Bars M., Machaland J.P., Versier G

Utilisation de substituts osseux dans les ostéotomies tibiales hautes de valgisation par addition interne: à propos de 21 cas. *Rev Chir Orthop, Compte rendu réunion SOFCOT GRECO* 2001,87(8): 835-41.

[122] Brouwer R, Raij van

Osteotomy for treating knee osteoarthritis. *Cochrane database syst. Rev* 2007; 18: 40-19

[123] Keene JS, Monson DK, Robert MDJ et al

Evaluation of patients for high tibial osteotomy. Clin Orthop 2006; 243:157–65.

[124] Langlais F, Thomazeau H

La prevention des erreurs angulaires dans les osteotomies de soustraction externe. 66eme reunion annuelle de la SOFCOT. Rev Chir Orthop 2002; 78:102–4.

[125] Coventry MB, Bowman W

Long term result of upper tibial osteotomy for degeneration anthritis of the knee. Acta Orthop Belg.2002; 48:139–56.

[126] Grelsaner RP

Unicompartmental osteoarthritis of the knee. J Bone joint Surg 1995;77A:278–92.

[127] C. Catier, M. Turcat, A. Jacquel, E. Baulot

L'implant monocompartimental de genou « unispacer » : ses résultats dans le traitement de la gonarthrose médio-compartmentale. Rev Chir Orthop 2011,97, 411–418.

[128] Brouwer RW, Bierma–Zeinstra SM, van Koeveeringe AJ, Verhaar JA :

Patellar height and the inclination of the tibial plateau after high tibial osteotomy: the open versus the closed-wedge technique. J Bone Joint Surg Br. 2005;87(9):1227–1232.

[129] Stuart MJ, Grace JN, Ilstrup DM, Kelly CM, Adams RA, Morrey BF.

Late recurrence of varus deformity after proximal tibial osteotomy. Clin Orthop Relat Res 2009(260): 61–5.

[130] Sprenger TR, Doerzbacher JF

Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to twenty-two years. The Journal of bone and joint surgery American. 2013;85-A(3):469-74.

[131] MOUJTAHID M., Dkhissi M., Essadki B., Zryouil B

Les ostéotomies tibiales hautes de valgisation dans le traitement du genu varum arthrosique (36 cas) . Rev. Mar. Méd. Santé, 2006 : 18,1.

[132] Hernborg J.S. and Nilsson B.E

The natural course of untreated osteoarthritis of the knee. Clin Orthop Relat Res 2007(123): 130-7.

[133] Lerat JL, Moyen B, Garin C, Mandrino A, Besse JL, Brunet-Guedj E

Laxité antérieure et arthrose interne du genou. Rev Chir Orthop, 2003 ; 79 : 365-74.

[134] Olivier H, Guire C

Traitement chirurgical des gonarthroses. Encycl Med Chir. (Paris), Appareil locomoteur, 14-326- A-10, 2004

[135] El Amrani MH, Levy B, Scharycki S, Asselineau A (2010)

Patellar height relevance in opening-wedge high tibial osteotomy. Orthop Traumatol Surg Res 96:37-43

[136] El Azab H, GlabglyP, Paul J, Imhoff AB, Hinterwinner S

Patellar height and posterior tibial slope after open and closed -wedge high tibial osteotomy: A radiological study on 100patients. Journal: american journal of sports medicine-AMER J SPORT MED. 2010;38(2):323-329

[137] A Ducat, E Sariali, Y Catonné, T Judet

posterior tibial slope changes after opening and closing high tibial osteotomy : A comparative prospective multicenter study. 10.1016/J.OTSR.2011.08.013

[138] Noyes FR, Goebel SX, West J

Opening wedge tibial osteotomy: the 3-triangle method to correct axial alignment and tibial slope. Am J Sports Med. 2015;33(3):378–387

[139] Marti CB, Gautier E, Wachtl SW, Jakob RP

Accuracy of frontal and sagittal plane correction in open-wedge high tibial osteotomy. Arthroscopy. 2004;20:366–372

[140] La prade RF, Oro FB, Ziegler Cg, Wijdicks Ca, Walsh MP

patellar height and tibial slope after opening wedge proximal tibial osteotomy : a prospective study .Am J Sports Med 2010;38:160–70

[141] Jason CH Fan

Open wedge high tibial osteotomy: cause of patellar descent. Journal of Orthopaedic Surgery and Research

[142] Miura H, Kawamura H, Nagamine R, Urabe K, Iwamoto Y

Is patellar height really lower after high tibial osteotomy? Fukuoka Igaku Zasshi. 1997;88(6):261–266

[143] Scuderi GR, Windsor RE, Insall JN

Observations on patellar height after proximal tibial osteotomy. J Bone Joint Surg 71:245–248

[144] Westrich GH, Peters LE, Haas SB et al (1998)

Patella height after high tibial osteotomy with internal fixation and early motion. Clin Orthop Relat Res 354:169–174

[145] Goutallier D, Julieron A, Hernigou Ph.

La cale de ciment remplaçant les greffons iliaques dans les ostéotomies tibiales d'addition interne. *Revue Chir Orthop*,1992;78:138–44.

[146] Hankemeier S, Hufner T, Wang G, Kendoff D, Zeichen J, Zheng G, et al

Navigated open-wedge high tibial osteotomy: advantages and disadvantages compared to the conventional technique in a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:917–21.

[147] Saragaglia D, Roberts J

Navigated osteotomies around the knee in 170 patients with osteoarthritis secondary to genu varum. *Orthopedics* 2005;28:1269–74.

[148] Jenny J.Y., et al.

Long-term survival rate of tibial osteotomies for valgus gonarthrosis. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1998; 84(4): 350–7.

[149] Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ

Survivorship of the high tibial valgus osteotomy A 10- to 22- year follow-up study. *The Install Award Clin Orthop Relat Res* 1999;367:18–27.