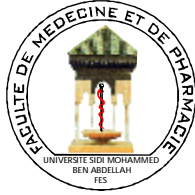


UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE  
FES



Année 2013

Thèse N° 002/13

# EVALUATION DE LA HAUTEUR ROTULIENNE ET DE LA PENTE TIBIALE DANS LES OTV

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 02/01/2013

PAR

M. BACHIRI MOHAMMED

Né le 09 Décembre 1985 à Oujda

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Ostéotomie tibiale de valgisation - Hauteur rotulienne - Pente tibiale  
Addition interne

JURY

M. EL MRINI ABDELMAJID.....	PRESIDENT ET RAPPORTEUR
Professeur de Traumatologie-orthopédie	
M. AFIFI MY ABDRAHMANE.....	} JUGES
Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique	
M. HARZY TAOUFIK.....	
Professeur agrégé de Rhumatologie	

# PLAN

Introduction .....	5
Rappel théorique .....	7
1) Rappel sur la biomécanique du genou.....	8
2) Les axes du membre inférieur.....	9
2.1 Axe gravitaire.....	9
2.2 Axes anatomiques.....	9
2.3 Axes mécaniques .....	9
2.4 concept d'écarts varisants de Thomine .....	10
2.5 Aspects dynamiques.....	11
3) Notions sur Les ostéotomies tibiales de valgisation.....	17
3.1 L'ostéotomie d'ouverture progressive en hemicollatosis .....	17
3.2 L'ostéotomie d'addition interne avec ou sans comblement.....	17
3.3 Les ostéotomies tibiales curviplanes .....	20
3.4 L'ostéotomie de fermeture externe.....	20
Matériels et méthodes.....	24
1) Objectifs de l'étude .....	25
2) Présentation de la série.....	25
2.1 Organisation de l'étude .....	25
a. Critères d'inclusion .....	25
b. Critères d'exclusion .....	25
3) Les méthodes de mesure radiographiques .....	26
3.1 Radiographie de face.....	26

3.2 Radiographie de profil .....	27
a) Mesure de la hauteur rotulienne .....	30
b) Mesure de la pente tibiale .....	27
3.3 pangonogramme .....	30
4) Fiche d'exploitation .....	32
5) Scores cliniques : Score IKS .....	36
6) Technique chirurgicale .....	38
6.1 Installation .....	38
6.2 Voie d'abord .....	38
6.3 L'ostéotomie .....	40
6.4 La valgisation .....	42
6.5 La synthèse .....	43
6.6 Obtention d'un caillot sanguin dans le foyer d'ostéotomie .....	45
6.7 La fermeture .....	45
6.8 Les suites postopératoires .....	47
7) Analyse statistique .....	47
Résultats .....	48
1) Etude clinique.....	49
1.1 Age .....	49
1.2 Sexe .....	50
1.3 Côté atteint .....	51
1.4 Etiologie de la gonarthrose.....	51
1.5 Résultats de l'examen clinique.....	51
1.6 Degrés de satisfaction .....	52

2) Etude radiologique .....	52
2.1 Stadification de la gonarthrose .....	52
2.2 Angle HKA.....	54
2.3 Mesure de la hauteur rotulienne .....	54
2.4 Mesure de la pente tibiale.....	57
2.5 Moyen d'osteosynthèse .....	58
2.6 Positionnement de la plaque.....	58
2.7 Degrés d'ouverture.....	58
3) Consolidation .....	59
4) Complication.....	59
Discussion .....	65
1) La série .....	69
2) Score clinique .....	70
3) Correction angulaire .....	71
4) Hauteur rotulienne .....	71
5) Pente tibiale .....	74
Conclusion .....	78
Résumé .....	80
Bibliographie .....	85

# ABREVIATIONS

Ant	: antérieur
BP	: index de blackbourn-peel
CD	: index de caton-deschamp
EVE	: Ecart varisant extrinsèque
EVG	: Ecart varisant global
EVI	: Ecart varisant intrinsèque
Ext	: externe
Int	: interne
IS	: index d'install salvati
Lat	: latéral
Med	: médial
MH	: index de Moor Harvey
Op	: opératoire
OTV	: ostéotomie tibiale de valgisation
Post	: postérieur
PT	: pente tibiale
TTA	: tubérosité antérieure du tibia

# INTRODUCTION

La réaxation du genou est une solution chirurgicale logique ; les travaux biomécaniques de Pauwels, Maquet et Simonet et l'analogie avec le traitement de la coxarthrose ont défini les bases théoriques des ostéotomies dans le traitement de la gonarthrose.

Cette intervention est concurrencée par les techniques d'arthroplasties totales et partielles de genou. Les ostéotomies gardent des indications chez l'adulte jeune, actif. Les prothèses n'ont pas une survie suffisante et elles ont des limitations fonctionnelles dans ce contexte précis.

Les bases théoriques de ces interventions sont de mieux en mieux connues .L'analyse radiographique, la planification préopératoire et la technique chirurgicale ont fait d'importants progrès, cependant des effets parasites peuvent apparaître telque la modification de la pente tibiale et la hauteur rotulienne.

L'objectif principal de notre étude est de quantifier la hauteur de la rotule ainsi que la pente tibiale, induits par une ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne sur une série de 87 genoux.

# RAPPEL THEORIQUE



# 1) Rappel sur la biomécanique du genou :

## 1.1. Définitions :

« L'arthrose est la résultante des phénomènes mécaniques et biologiques qui déstabilisent l'équilibre entre la synthèse et la dégradation du cartilage et de l'os sous-chondral. Ce déséquilibre peut être initié par de multiples facteurs : génétiques, de développement, métaboliques et traumatiques. L'arthrose touche tous les tissus de l'articulation diarthrodiale et se manifeste par des modifications morphologiques, biochimiques, moléculaires et biomécaniques des cellules et de la matrice cartilagineuses conduisant à un ramollissement, une fissuration, une ulcération et une perte du cartilage articulaire, une sclérose de l'os sous-chondral avec production d'ostéophytes et de kystes sous-chondraux. Quand elle devient symptomatique, l'arthrose entraîne douleur et raideur articulaires, un éventuel épanchement articulaire avec des degrés variables d'inflammation locale. » (1).

Etiologies des gonarthroses du compartiment fémoro-tibial médial sur genu varum :

Les gonarthroses secondaires ont souvent un caractère plurifactoriel où s'associent :

- ✓ Le genu varum constitutionnel
- ✓ Les cals vicieux post fracturaires (diaphyse fémorale ou tibiale)
- ✓ Les déformations diaphysaires (rachitisme, maladie de Paget)
- ✓ Les modifications des surfaces articulaires consécutives à un rhumatisme inflammatoire, -ostéonécrose du condyle fémoral médial, une fracture du plateau tibial médial.
- ✓ Les déséquilibres mécaniques : hanche en coxa vara, arthrodèse de hanche, malposition de l'articulation tibio-talienne, surcharge pondérale avec faiblesse du hauban musculaire latéral

- ✓ Les laxités chroniques surtout après rupture du ligament croisé antérieur
- ✓ Les ménisectomies médiales

## 2) Les axes du membre inférieur :

### 2.1 Axe gravitaire

Il représente l'axe vertical passant par le centre de gravité du corps où se projette le poids du corps. En appui bipodal, c'est un axe médian situé à égale distance des genoux et des chevilles. En appui monopodal, cet axe est à l'aplomb de l'appui talonnier et par approximation de la mortaise tibio-talienne.

### 2.2 Axes anatomiques

Ils se confondent avec les axes diaphysaires du fémur et du tibia. Leur intersection crée un angle supérieur à  $180^\circ$ , réalisant ainsi un valgus physiologique qui peut varier entre 3 et 10 degrés. Ce sont les axes qui sont le plus souvent utilisés dans la littérature anglo-saxonne.

### 2.3 Axes mécaniques

Axe fémoral : il joint le centre de la tête fémorale (H) au centre du genou (K)

Axe tibial : il joint le centre du genou au centre de la cheville (A)

Ces deux axes déterminent l'angle HKA.

Le membre est dit normo axé lorsque l'angle HKA est de  $180^\circ$ . En dessous de  $180^\circ$ , le genou est en varus et au-dessus, il est en valgus.

En effet, en moyenne, l'axe anatomique du tibia (centre du genou-centre de la mortaise) est en valgus de  $2^\circ$  par rapport à l'axe anatomique du fémur (tête fémorale-centre du genou). Mais on peut, en pratique, confondre l'axe mécanique et l'axe anatomique car il existe des variations individuelles non pathologiques liées au

morphotype .du fait de l'écartement plus grand des hanches par rapport aux chevilles, l'axe mécanique du membre inférieur est légèrement oblique en bas et en dedans, formant un angle de 3° avec la verticale. Cet angle est d'autant plus ouvert que le bassin est plus large, comme c'est le cas chez la femme. Cela explique aussi pourquoi le valgus physiologique du genou est plus marqué chez la femme que chez l'homme(2).

## 2.4 concept d'écarts variants de Thomine[3] (fig 1)

Ecart variant global (EVG), c'est la somme des écarts variants intrinsèques et extrinsèques.

Ecart variant extrinsèque (EVE), il correspond à la distance entre la ligne gravitaire unipodal et l'axe mécanique du membre. L'écart variant extrinsèque dépend de la morphologie et il varie avec la longueur des membres, la largeur du bassin, l'angle du pas. Par exemple, l'EVE augmente si l'écartement entre les têtes fémorales augmente (bassin plus large) ou si le membre inférieur est plus court.

Ecart variant intrinsèque (EVI), il représente la distance entre centre du genou et axe mécanique du membre inférieur. Il dépend directement de l'angle HKA, du morphotype de l'extrémité proximale du fémur en coxa vara ou valga. Il est nul ou négatif si le genou est normo axé ou en valgus, il est positif dans le genu varum.

Le calcul du moment varisant est possible en multipliant le poids du corps par l'écart varisant global. Le but de l'ostéotomie est de le ramener au-dessous de 200 kg / cm<sup>2</sup>. Ce qui correspond à une réaxation du membre inférieur à 3 degrés de valgus (angle HKA à 183° en moyenne).

## 2.5 Aspects dynamiques

### (a) Genou normal

Les animaux vivant sur terre ferme devant porter eux-mêmes le poids de leur corps, l'évolution a conditionné un appareil de soutien capable de s'opposer à la force de gravitation (G). Le passage à la station verticale quant à lui, a diminué la base de sustentation, le centre de gravité du corps s'élevant par contrecoup au niveau du promontoire lombo-sacré. L'homme est ainsi en constant déséquilibre postural qu'il doit corriger en faisant intervenir son appareil neuromusculaire.

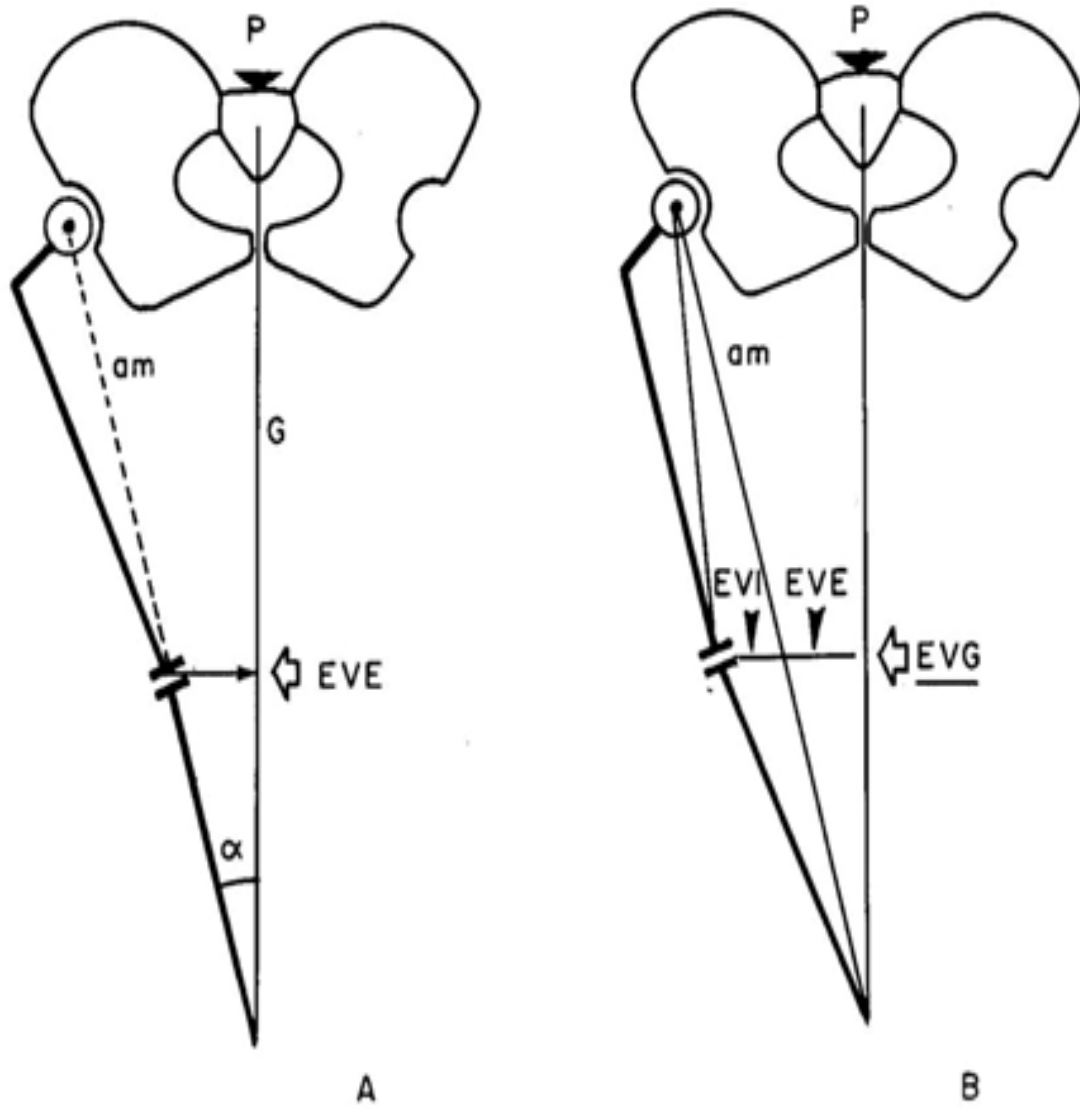


fig1 : approche de l'ecart varisant intrinsèque et extrinsèque (3)

S'il existe des repères très précis définissant la posture normale du rachis et des membres inférieurs dans le plan frontal (ligne des apophyses épineuses suivant le fil à plomb ; aucune incurvation latérale ; épaules et bassin horizontaux ; taille et plis fessiers symétriques), il est pratiquement impossible de trouver des critères semblables pour le plan sagittal. En fait, la «normalité» n'est pas définie selon des repères anatomiques mais repose uniquement sur des normes fonctionnelles, le critère étant de permettre à l'individu de se maintenir debout sans solliciter sa musculature.

Durant la phase d'appui, la résultante R du poids du corps P s'applique au centre du genou pour Maquet(4) et un peu en dedans pour Blaimont(5) (fig.2)

Le genou est en état d'équilibre selon l'équation  $PA = MB$ , avec  $PA$ =moment varisant et  $MB$ =moment valgisant. Cela implique un effort musculaire M suffisant. C'est le rôle du hauban musculaire externe composé des muscles tenseur du fascia lata et biceps crural. Le moment musculaire MB est toujours supérieur au moment gravitaire PA chez le sujet normal.

(b) Genou pathologique (fig 3)

Lorsque la résultante est déplacée en dedans, le plateau tibial médial reçoit un surcroît de sollicitations mécaniques. Plusieurs facteurs peuvent engendrer un déséquilibre :

- Dans une désaxation en genu varum,(fig 3) la distance A est augmentée. La direction du hauban est modifiée : la force P s'éloigne du centre du genou et la résultante R s'applique sur le plateau médial.
- La surcharge pondérale du sujet, non maîtrisée par le hauban musculaire, augmente PA et déplace R sur le plateau médial.
- La diminution de la force M ou relâchement des muscles latéraux, déplace R vers l'intérieur.

Pérennisation des conditions amenant l'arthrose du compartiment médial : Si le moment musculaire ne compense plus le moment gravitaire : le genou est dans un état de déséquilibre permanent. La résultante R, déplacée en dedans, provoque une augmentation des contraintes dans la partie interne du genou. Cette élévation de pression détériore le cartilage, pince l'interligne, ce qui majore le varus. Un cercle vicieux s'installe et aggrave l'état articulaire.

#### Etude de la laxité

La laxité du compartiment usé est une laxité liée à la perte de substance cartilagineuse puis osseuse, c'est une laxité d'usure. Quand la déformation s'accroît apparaît alors une laxité dans la convexité qui est une laxité de distension.

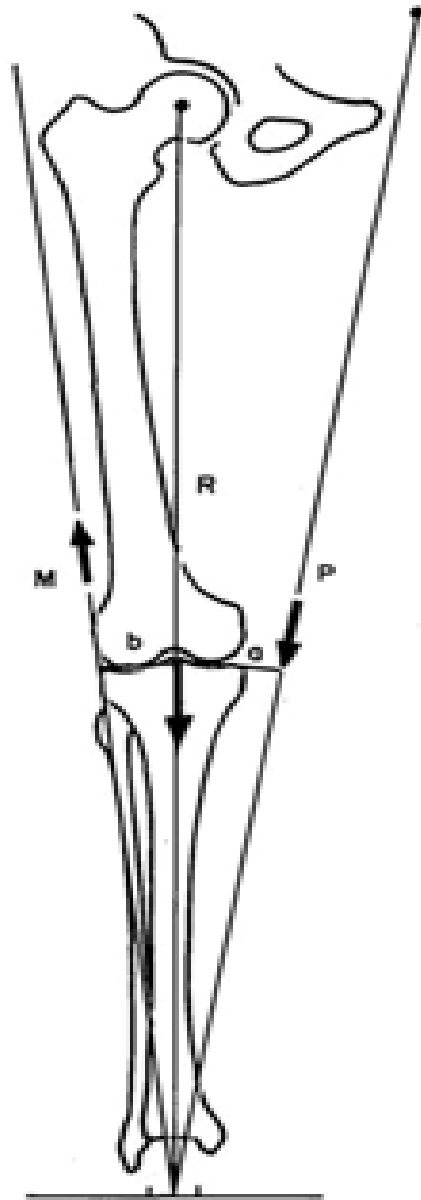


fig 2 : aspect dynamique : moment gravitaire PA et moment musculaire MB



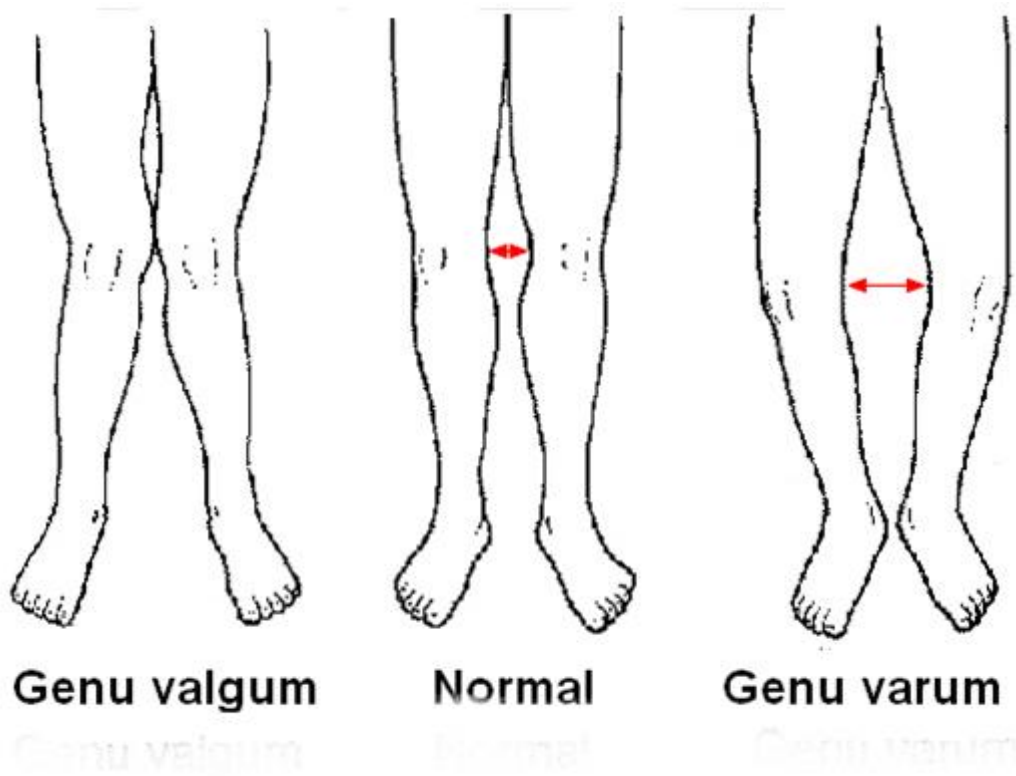


Fig 3 : morphotype en genu valgum et genu varum(2)

### 3) Notions sur les ostéotomies tibiales de valgisation

Le but d'une ostéotomie tibiale de valgisation est de corriger le défaut d'axe mécanique. L'opération modifie l'axe du membre inférieur. Les charges s'exerçant sur les deux compartiments du genou se répartissent de façon à soulager le compartiment médial et la résultante des forces passe par le compartiment latéral.

Il existe plusieurs types d'ostéotomies tibiales :

#### 3.1 Ostéotomie d'ouverture progressive ou hémicallotasis

Elle est issue des techniques d'allongement des membres, elle a été décrite par Perusi(6). Une ostéotomie tibiale par voie médiale, supra tubérositaire, conservant une charnière externe est réalisée, avec une fixation par fixateur externe articulé.

Une ostéotomie de la fibula dans sa portion moyenne est associée. La distraction débute 10 jours plus tard, en ambulatoire au rythme de 1 mm par jour (la correction se fait dans le même temps puisque l'articulation du fixateur fait pivoter la métaphyse supérieure du tibia autour de la corticale latérale).

Le fixateur est laissé en place au moins trois mois, les infections sur broches sont fréquentes ce qui peut poser des problèmes pour l'implantation d'une arthroplastie ultérieure.

#### 3.2 Ostéotomie tibiale médiale d'addition avec ou sans comblement

(fig.4 ;5)

(a) Introduction :

Ce type d'ostéotomie est peu rapporté dans la littérature (Cauchoix et Duparc, Debeyre et Artigou, Goutallier(7) , Hernigou(8). L'incision est antéro-médiale le plus souvent verticale. Les tendons de la patte d'oie et le ligament collatéral médial sont

désinsérés. L'ostéotomie tibiale est supra tubérotariaire, il est possible de protéger l'insertion du tendon rotulien par un chevron. L'ouverture se fait par une pince de Méary ou des ciseaux à os plats. Le comblement est mis en place. Il peut-être osseux (crête iliaque, tête de banque) ou un substitut osseux (céramique phosphate tricalcique, ciment...). L'ostéosynthèse est réalisée par plaque.

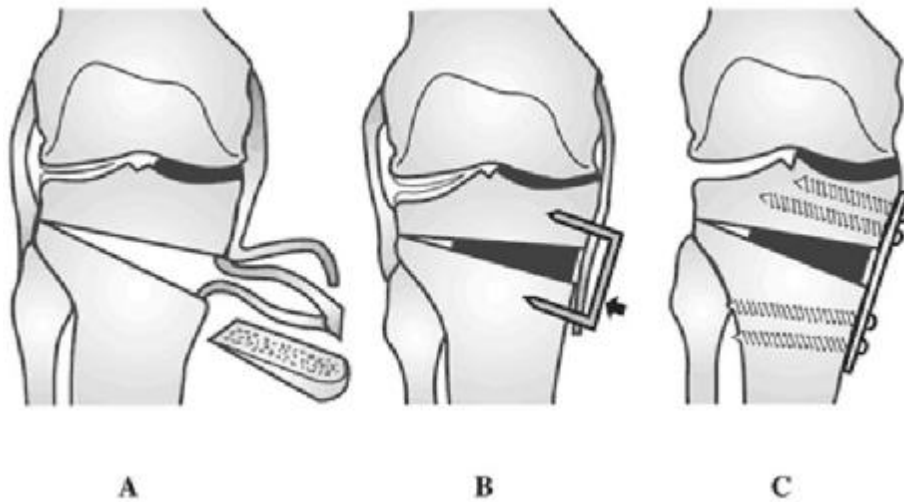


Figure 4 : Ostéotomie d'addition interne



figure 5 : ostéotomie d'ouverture

Cette technique est simple, il n'y a pas d'ostéotomie de la fibula, le nerf fibulaire commun n'est pas menacé et permet une mobilisation passive précoce.

Cependant on peut voir des allongements de membres, des retards de consolidation, des pertes de correction par tassement.

(b) Principe :

L'ostéotomie corrige l'alignement du membre inférieur et permet de rééquilibrer les pressions au niveau du genou en les diminuant au niveau du compartiment arthrosique pour les transférer sur le compartiment sain. L'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne est une ostéotomie d'addition.

La correction angulaire ne dépend que de la hauteur de l'ouverture qui est 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.

Le principe de la méthode est de déterminer à l'aide d'une table, la hauteur millimétrique de l'ouverture souhaitée dans le plan frontal. Initialement, la hauteur de l'ouverture était déterminée par des calques, 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 peropérateur pour en déduire la hauteur «H» de l'ouverture de l'ostéotomie

Si on prend un exemple d'un genu 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°+5°=13°. Si la largeur du tibia est de 70mm, l'ouverture de 16mm correspondra donc à une correction angulaire de 13° dans le plan frontal

### 3.3 Ostéotomie tibiale curviplane (fig 6 ;7)

C'est une ostéotomie en dôme pratiquée par Jackson et Waugh (1961)(9). Le siège de l'ostéotomie est métaphysaire supérieur à concavité supérieure, passant sous la tubérosité tibiale antérieure. Blaimont(10) et Maquet(11) ont apporté des modifications à la technique.

Elle permet des corrections importantes, sans raccourcissement du membre inférieur, un réajustement de la correction est permis, la mobilisation est précoce, la consolidation s'obtient rapidement.

Mais la technique chirurgicale est complexe. Elle nécessite une incision en regard de l'extrémité proximale du tibia et une incision plus lointaine pour l'ostéotomie de la fibula. La fixation est assurée par un fixateur externe en cadre ou non.

Les complications sont les infections sur les broches avec un risque infectieux accru pour une arthroplastie totale de genou éventuelle, les paresthésies dans le territoire du nerf fibulaire commun, les pertes angulaires de la correction.

### 3.4 Ostéotomie tibiale cunéiforme de fermeture externe (fig.6)

Effectuée dès 1957 Gariépy (12) et popularisée par Coventry(13) en 1965, ce type d'ostéotomie est la préférence de nombreux auteurs comme Descamps (14), Insall, Judet. Le trait de scie est supra tubérositaire, une ostéotomie de l'extrémité supérieure de la fibula est souvent nécessaire, elle est réalisée par la même voie d'abord antérolatérale, elle implique une dissection du nerf fibulaire commun. Un coin osseux à base latérale est détaché en respectant la charnière corticale médiale. La fixation est obtenue à l'aide d'une lame plaque (14). Au total la technique est simple avec un très bon taux de consolidations et il est possible de réaliser un geste sur la tubérosité tibiale antérieure. Il faut se méfier des lésions nerveuses du nerf

fibulaire commun, des fractures du plateau tibial, des rarissimes syndromes de loges et en cas de reprise par prothèse totale de genou des désaxations diaphysaires tibiales.

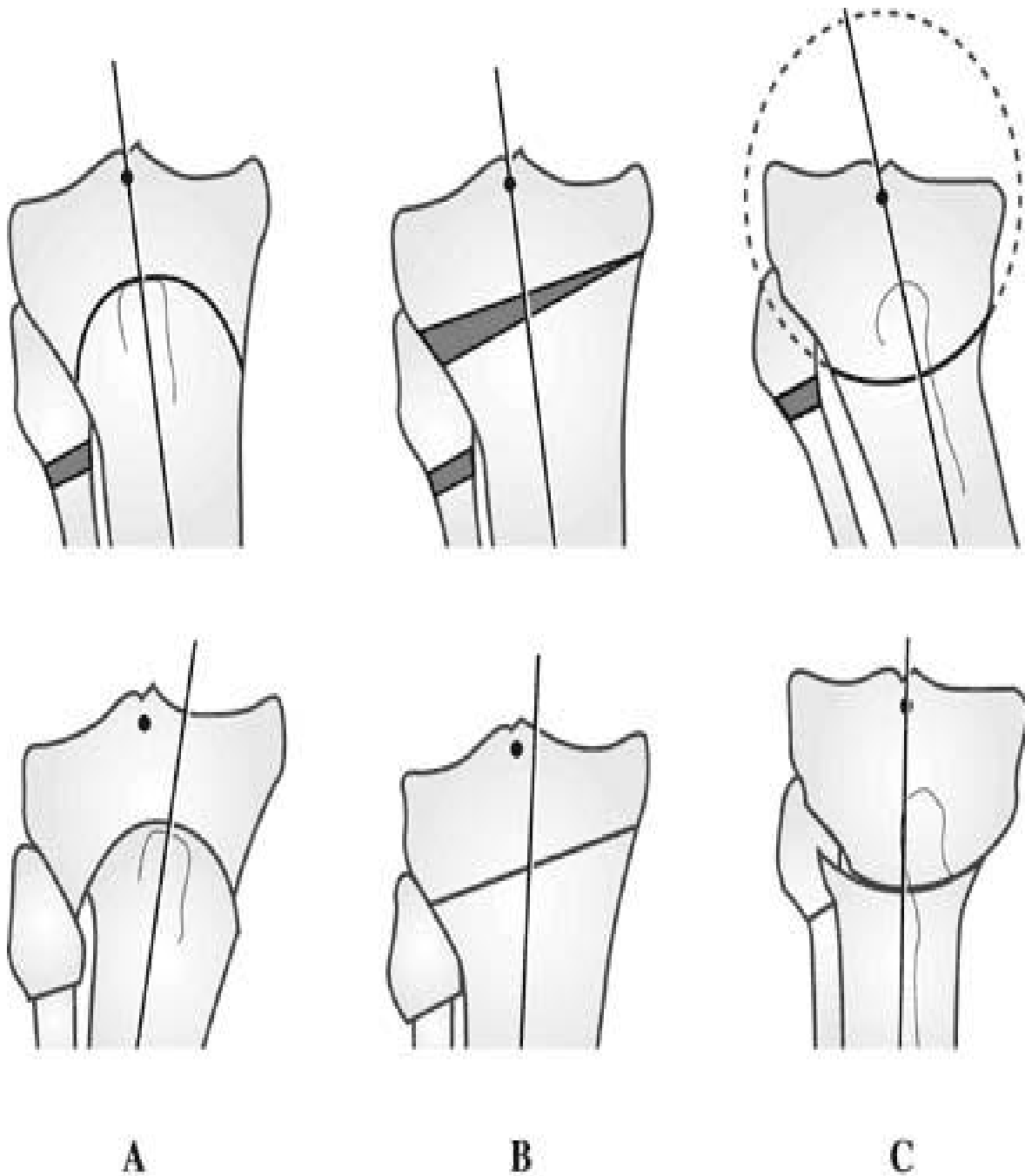


Figure 6 : les différents types d'ostéotomie du tibia : A=ostéotomie curviplane, B=ostéotomie cunéiforme de fermeture, C=ostéotomie en dôme.(D'après Lerat)

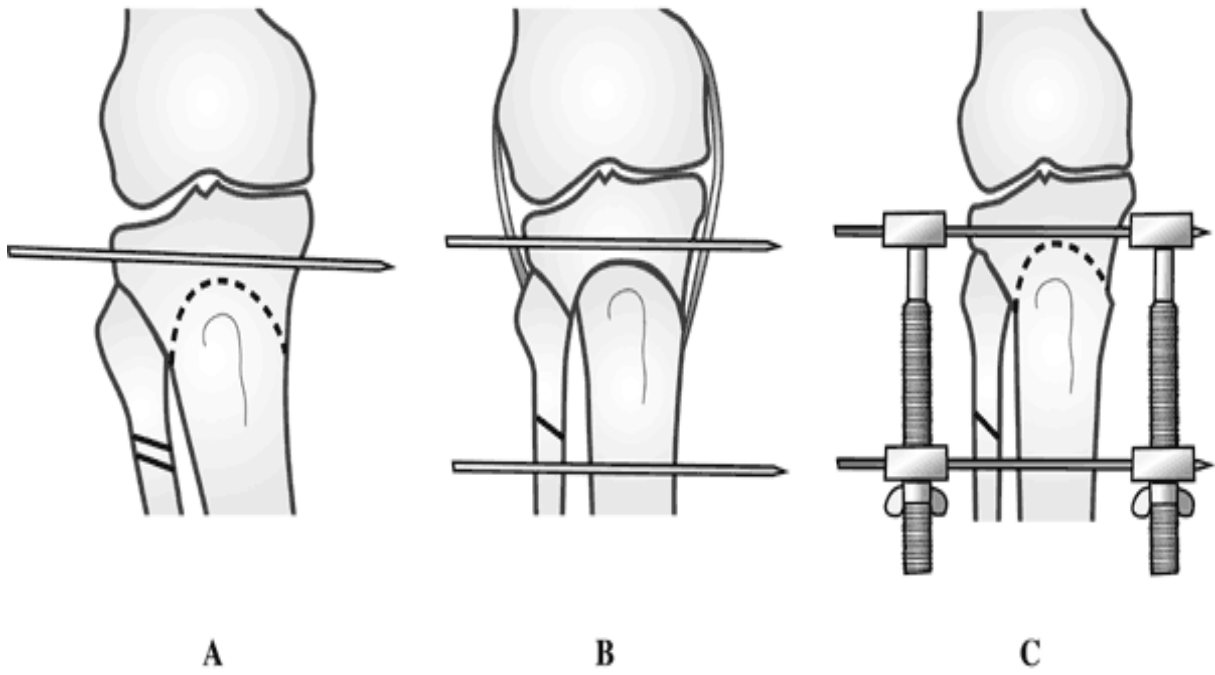


Figure 7 : ostéotomie curviline : fixation externe en cadre de Blaimont.

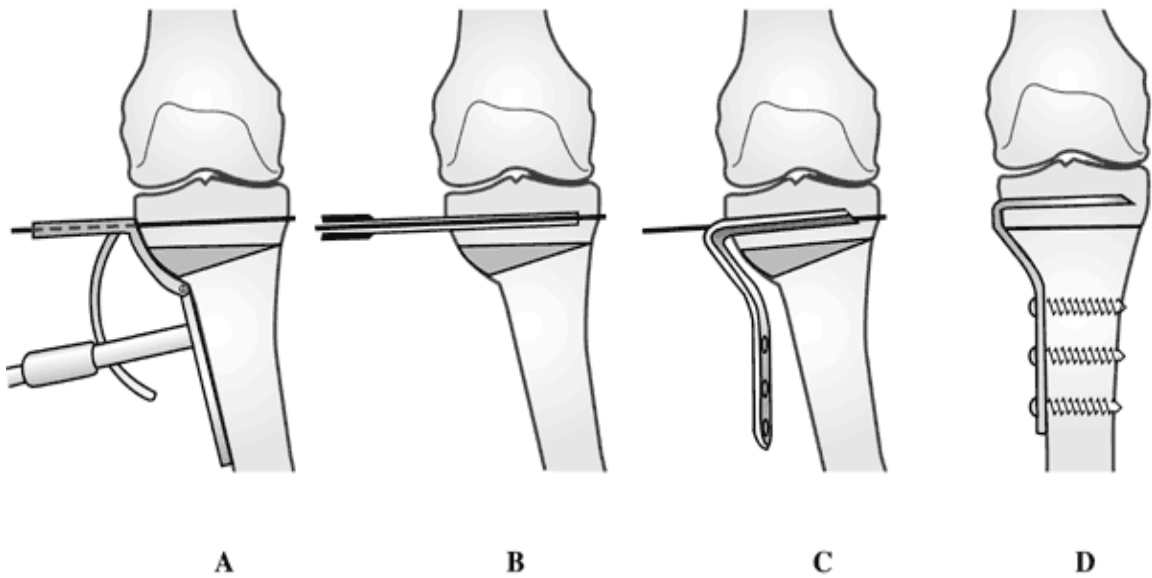


Figure 8 : ostéotomie de fermeture (Descamps), lame plaque col de cygne

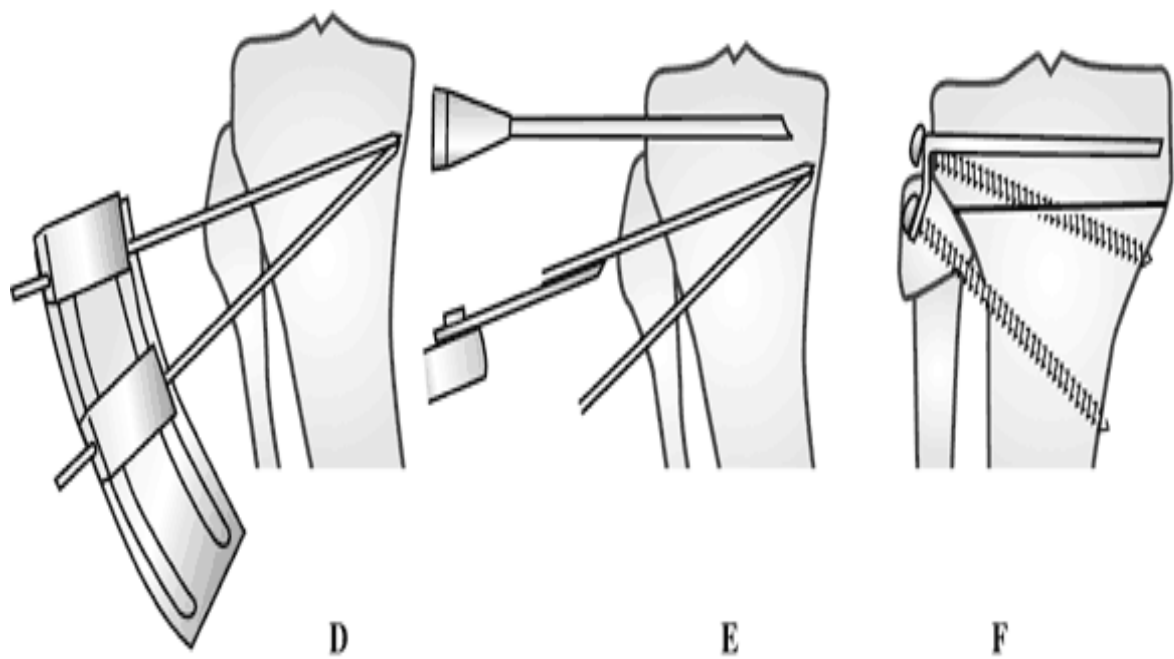
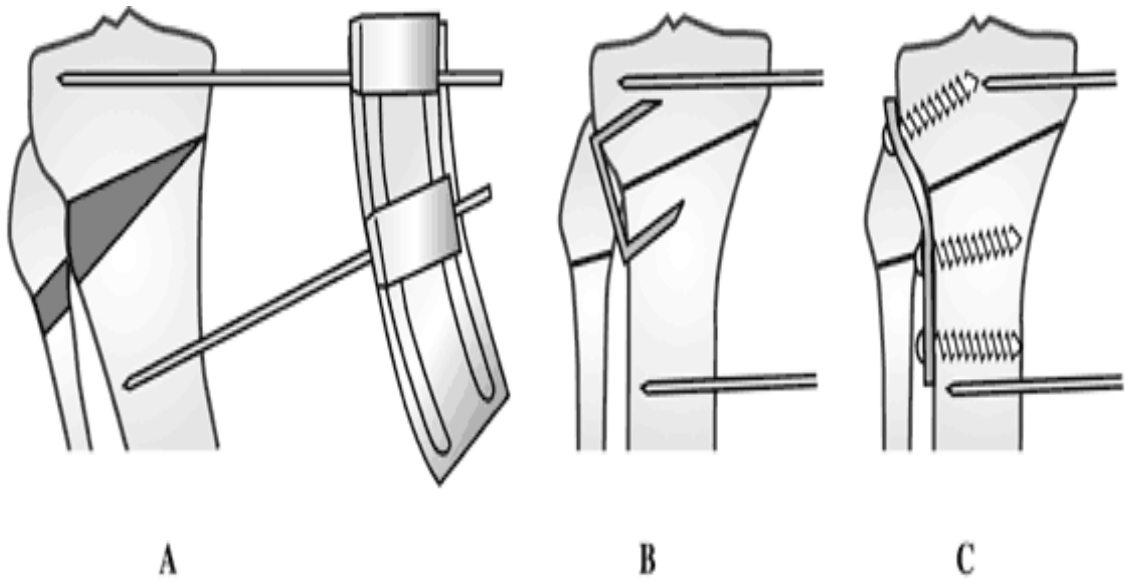


Figure 9 : A, B, C : correction « automatique » des fermetures latérales ;

D, E, F : ostéosynthèse par lame vis. (D'après Lerat)



# MATERIELS ET METHODES

## 1) Objectifs de l'étude :

- ✓ Evaluation des résultats cliniques des patients qui ont bénéficiés d'une ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne.
- ✓ Mesurer les variations de la pente tibiale.
- ✓ Mesurer les variations de la hauteur rotulienne.
- ✓ Recherche d'éventuels facteurs pouvant expliquer les modifications observés.

## 2) Présentation de la série :

### 2.1 Organisation

Il s'agissait d'une étude rétrospective, menée au sein du service de chirurgie ostéoarticulaire B4, entre janvier 2009 et juin 2012 portant sur 87 patients.

#### (a) Critères d'inclusion :

La sélection de la population étudiée est définie par des critères d'inclusion stricts :

- Les patients présentaient une gonarthrose fémoro-tibiale médiale isolée avec un retentissement fonctionnel sur les douleurs et le périmètre de marche.
- L'axe du membre inférieur était de type genu varum, soit un angle HKA inférieur à 180° sur un pangonogramme en charge bipodal.
- Intégrité radiologique du plateau tibial latéral et absence de laxité ligamentaire.

#### (b) Critères d'exclusion

- Recul inférieur à 6 mois suffisant pour analyser les résultats radiologiques.
- Les déviations d'axe extrêmes soit un genu varum de plus de 20 degrés.

### 3) Les méthodes de Mesure radiographiques

Le but principal de ce chapitre est de décrire la méthodologie utilisée pour la collecte des données jusqu'à l'obtention des résultats en vue d'atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés.

#### 3.1 la radiographie du genou face

L'incidence de face doit être réalisée en appui afin de potentialiser le pincement articulaire, témoin de l'usure du cartilage articulaire. En décubitus, le cliché de face ne reflète pas strictement l'épaisseur du cartilage. L'appui peut être soit bipodal, soit monopodal. L'appui monopodal semble plus logique, il permet de se rapprocher de la position de fonction du genou pendant la marche.

L'incidence de face est réalisée le plus souvent debout, le genou verrouillé en extension. Il est apparu que ce type de cliché pouvait sous-estimer le pincement puisque la topographie préférentielle de l'usure est la partie postérieure du condyle fémoral. Pour cette raison, plusieurs auteurs ont proposé de réaliser le cliché en demi-flexion ou position de Schuss, mettant en contact la partie postérieure des condyles avec le plateau tibial. Railhac (16) a le premier décrit ce type d'incidence, reprise plus tard par Buckland-Wright (17) en macro-radiographie et appelée « semi-flexed view ».

L'incidence de face doit être techniquement réalisée de manière précise et reproductible. Cela pose le problème de l'inclinaison du rayon directeur. Cette inclinaison conditionne le pincement et la reproductibilité des clichés. Les bords des condyles et le plateau tibial externe ne posent pas de problème, car présentent une forme convexe du côté de l'articulation ne créant pas de superposition. En revanche, le plateau tibial interne est concave, présentant une forme en cupule de face avec un fond et deux bords antérieurs et postérieurs. L'orientation idéale doit faire en sorte

de superposer les deux bords ne laissant apparaître que deux lignes : une pour le fond et une pour les bords superposés. Pour cette raison, les clichés radiographiques du genou, de manière idéale, doivent être réalisés sous contrôle d'amplificateur de brillance.(15)

### 3.2 La radiographie du genou profil

Le cliché de profil n'est pas considéré comme utile pour analyser l'arthrose femoro-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 analyse fiable et reproductible de l'interligne femoro-patellaire objectivant non seulement des ostéophytes et pincements articulaires mais aussi les lésions associées telles que les troubles d'engagement rotulien. (15)

#### (a) Mesure de la hauteur rotulienne (fig 10)

Dans notre étude, la hauteur rotulienne est mesurée par deux méthodes de calcul ; Insall-Salvati (IS) ratio et le Blackburne-Peel ratio.

#### La méthode d'INSALL SALVATI (18)

Consiste à rapporter la distance du bord inférieur de la surface articulaire de la rotule-angle antéro-supérieur du tibia (AT) à la longueur purement articulaire de la rotule (AP). il correspond à la longueur du ligament patellaire divisée par la longueur de la rotule.

Ce rapport AT/AP est égal en moyenne à  $0,96 \pm 0,134$  chez l'homme et à  $0,99 \pm 0,129$  chez la femme, c'est-à-dire peu différent de 1.

Nous considérons qu'une rotule est basse lorsque ce rapport est compris entre 0,6 et 0,8 et nous parlons de patella inféra lorsque ce rapport est inférieur à 0,6.

De même, nous considérons qu'une rotule est haute (patella alta) lorsque ce rapport est supérieur ou égal à 1,2 .

La méthode Blackburne & Peel ,(19)

Décrite en 1977, fait le rapport entre la distance du bord inférieur de la rotule et la prolongation de la droite déterminée par les plateaux tibiaux. Cette méthode nécessite une radio du genou de profil strict en flexion à 30°. Par ailleurs, cette distance peut varier, outre le degré de flexion du genou, du fait de la variation anatomique de l'inclinaison des plateaux tibiaux (pente).



figure 10 : les indices de mesure de la hauteur rotulienne :

a/b index d Install-Salvatti

c/d index de Caton-deschamp

e/f index de Blackburn-peel

(b) Mesure de la pente tibiale (figure 11)

Autre paramètre calculé à partir des radiographies de profil, c'est la pente tibiale, en se basant sur la méthode de MOORE HARVEY(20), 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.

### 3.3 un pangonogramme

En charge en appui bipodal, permettant de calculer l'axe mécanique du membre inférieur, à partir de l'angle HKA

H : centre de la tête fémorale

K : centre du genou, défini par l'intersection de la tangente aux condyles avec perpendiculaire en son milieu à la ligne joignant les épines tibiales.

A : centre du plafond de la mortaise tibio-péronière.

Les valeurs linéaires ou angulaires ont été mesurées à l'aide d'un système goniométrique et déclaré au 0,5 mm.

Deux observateurs (B.M et M.A) ont mesuré l'angle de la pente postérieure du tibia et la hauteur de la rotule préopératoire et postopératoire.

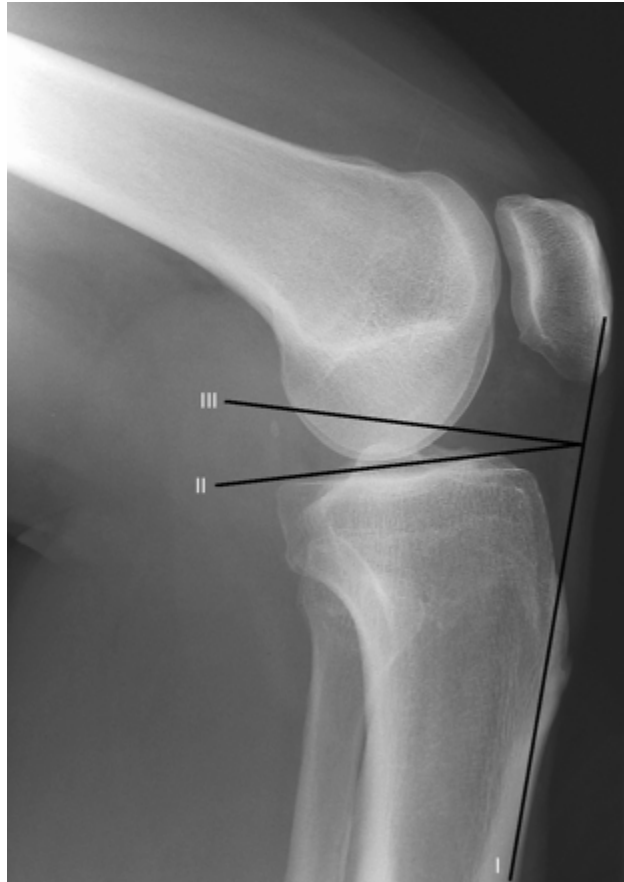


Fig 11 : calcul de la pente tibiale selon la méthode de MOORE HARVEY.

I : ligne tangentielle à la crête tibiale

II : ligne tangentielle à la surface articulaire.

III: ligne perpendiculaire à la crête tibiale

La pente tibiale correspond à l'angle formé entre les lignes II et III.



#### 4) La fiche d'exploitation :

i. Nom et prénom :

ii. N° de dossier :

#### ▼ **Données cliniques :**

Age

Sexe :

masculin  féminin

Coté prédominant

Droit  gauche:

Antécédents :

-Tares associés

cardiopathie

Diabete

autres

-Chirurgie du genou

-Traumatisme du genou

-Activité sportive

-Douleur :

Mécanique  Inflammatoire

-Localisation :

Ant  lat  diffuse

-Circonstances d'apparition ou aggravants

-durée d'évolution de la douleur

-Tendance évolutive

-Périmètre de marche

-Impotence fonctionnelle :

Oui

non

-Fatigabilité :

Oui

non

-Morphotype :

Genu-valgum

Genu-varum

-Amplitudes articulaires actives :

Flexion:

Extension

-Amplitudes articulaires passives :

Flexion

extension

-Syndrome méniscal :

Oui

Non

-Syndrome ligamentaire :

Oui

non

-Score IKS:

### ✓ **Données radiologiques :**

-Bilan radiologique :

Radio de face

Radio de profil

incidence de schuss

Goniométrie

-Classification d'ahlback :

Stade 1

Stade 2

Stade3

Stade 4

-IRM du genou :

-Compartiment femoro tibial atteint :

Interne  externe

-Angle mécanique fémoro-tibial

-Pente tibiale :

-Hauteur rotulienne :

Index d'install qalvatti

Index de Black Burn Peel

-techniques chirurgicales :

-Type d ostéotomie :

Ouverture  fermeture

-Angle de correction

-Ostéosynthèse associée

-Taille de la cale

-Type d'anesthésie

-Durée d'intervention

-Suites post op

-Durée d'hospitalisation

-Immobilisation plâtrée

-Rééducation

-Début d'appui

## ▼ Résultats post op :

-Pente tibiale :

-Hauteur rotulienne :

Index d'install salvati

Index de black Burn peel

-Positionnement de la plaque :

1/3 ant

1/3 moy

1/3 post

-Score IKS

## ▼ Recul

-Résultats fonctionnels :

Très bons

Bons

Mauvais

-Consolidation

-Résultats radiologiques :

-Angle HKA

-hauteur rotulienne

Index d'install salvatti

Index de black Burn Peel

-Pente tibiale

-Complication

## 5) Scores cliniques : Score IKS

1/ Score Genou (100 points maximum)	
Douleur	
Aucune	50
Douleur légère ou occasionnelle	45
Douleur uniquement dans les escaliers	40
Douleur à la marche et dans les escaliers	30
Douleur modérée, occasionnelle	20
Douleur modérée, permanente	10
Douleur sévère	0
Mobilité en flexion	
> 125°	25
Diminution de score de 1 point pour 5° de flexion en moins.	
Stabilité Antéropostérieure	
< 5mm	10
5 à 10 mm	5
> 10 mm	0
Stabilité Médio-latérale	
<5°	15
entre 6° et 9°	10
entre 10° et 14°	5
Flessum	
5 à 10°	- 2
11 à 15°	- 5
16 à 20°	- 10
> à 20°	- 15
Déficit d'extension active	
< à 10°	- 5
11 à 20°	- 10

> à 20°	- 15
<b>Alignement anatomique</b>	
5 à 10°	0
0 à 4°	- 3 par degré
11 à 15°	- 3 par degré
<b>2/ Score Fonction (100 points maximum) Périmètre de marche</b>	
Illimité	50
> 1000 mètres	40
Entre 500 et 1000 mètres	30
< 500 mètres	20
Maison seulement	10
Incapacité	0
<b>Escaliers</b>	
Montée et descente normales	50
Montée normale, descente avec la rampe	40
Montée et descente avec la rampe	30
Montée avec la rampe et descente asymétrique	15
Montée et descente asymétriques	10
Montée et descente impossibles	0
<b>Déductions</b>	
Pas de canne	0
Une canne	-5
Deux cannes	-10

## 6) Technique chirurgicale

### 6.1 Installation (fig 11)

Sous anesthésie locorégionale sur table ordinaire , le patient est installé en décubitus dorsal. Un coussin est placé sous la fesse afin que la jambe opérée soit en rotation neutre, Un garrot pneumatique est mis à la racine du membre. Le chirurgien se place en regard de la face interne du tibia, l'aide en face du côté externe de la jambe ; alors que l'amplificateur de brillance est placé en position opposé au chirurgien.



Figure11 : Installation du malade sur table opératoire

### 6.2 Voie d'abord : (fig 12)

L'incision est longitudinale à la face antéro-interne du genou, selon un trajet pouvant être repris facilement pour une chirurgie prothétique. L'incision cutanée

mesure 8cm est située à deux travers de doigts en arrière du bord interne de la tubérosité tibiale antérieure.

Elle débute à hauteur de l'interligne interne et s'étend vers le bas. Le tracé est rectiligne ou arciforme .la tendance actuelle est de réaliser des mini-abords de 5 à 6cm

Les téguments sont franchis, sans décollement, jusqu'au plan fibreux. Les tendons de la patte d'oie sont sectionnés au niveau de leur insertion et réclinés en arrière (ils seront suturés en fin d'intervention) L'insertion inférieure du faisceau superficiel du ligament latéral interne est simplement désinsérée en regard de l'ostéotomie La corticale interne est dégagée d'avant en arrière, en respectant le faisceau profond du ligament latéral interne La corticale tibiale postérieure est ruginée en prenant soins de toujours garder l'instrument en contact de l'os genou en légère flexion. Le tendon rotulien est isolé et protégé par un écarteur.



Figure 12 :voie d'abord



### 6.3 L'ostéotomie (fig 13)

Le départ du trait d'ostéotomie est repéré par la scopie ; il passe juste au dessus de la TTA, vise le sommet de la tête fibulaire . Pour une ostéotomie plus basse, on pratique un léger décroché sous la tubérosité tibiale antérieure pour protéger l'insertion du tendon rotulien et pour réaliser un effet d'avancement sur la tubérosité tibiale antérieure. Dans les deux cas, l'ostéotomie est réalisée selon le trajet de la broche guide, soit à la scie oscillante soit aux ostéotomes plats de largeurs progressivement croissante à la partie moyenne du tibia puis au niveau des faces antérieure et postérieure. Elle est complétée au ciseau sur la corticale postérieure. Il est indispensable que le trajet de l'ostéotomie empreinte le point d'entrée et la direction prévue sur le cliché radiographique. En effet, la largeur variable de l'épiphyse risque d'occasionner des erreurs de correction si la coupe osseuse ne suit pas le trajet planifié sur la radiographie préopératoire. Le ciseau doit atteindre la corticale externe du tibia à hauteur de la tête du péroné sans rompre cette charnière. Un contrôle du trajet de l'ostéotomie est recommandé (Figure 13). La préservation de cette charnière est capitale pour la stabilité de l'ostéotomie. Toute fracture de la charnière risque la perte de correction et l'échec de l'ostéotomie. De même, une fracture du plateau tibial externe, peut se produire si la charnière n'a pas été suffisamment fragilisée en essayant d'ouvrir le foyer d'ostéotomie en force. Il faut reprendre l'ostéotomie et affaiblir la charnière en utilisant un ciseau large.



Fig.13 : Contrôle scopique du trajet de l'ostéotomie, charnière externe respectée

#### 6.4 La valgisation(fig 14)

L'opérateur, par des manœuvres douces doit assouplir la charnière métaphysaire externe en portant la jambe en valgus. On réalise ainsi l'ostéoclasie de la charnière osseuse externe. On pourra intercaler successivement et doucement deux puis trois voir même quatre ciseaux. Le troisième et le quatrième doivent s'interposer entre les deux premiers.

On pratique alors une valgisation progressive jusqu'à atteindre la hauteur d'ouverture prévue en préopératoire. L'ouverture interne est maintenue et déterminée par le réglage d'un écarteur de MEARY (Figures 14).

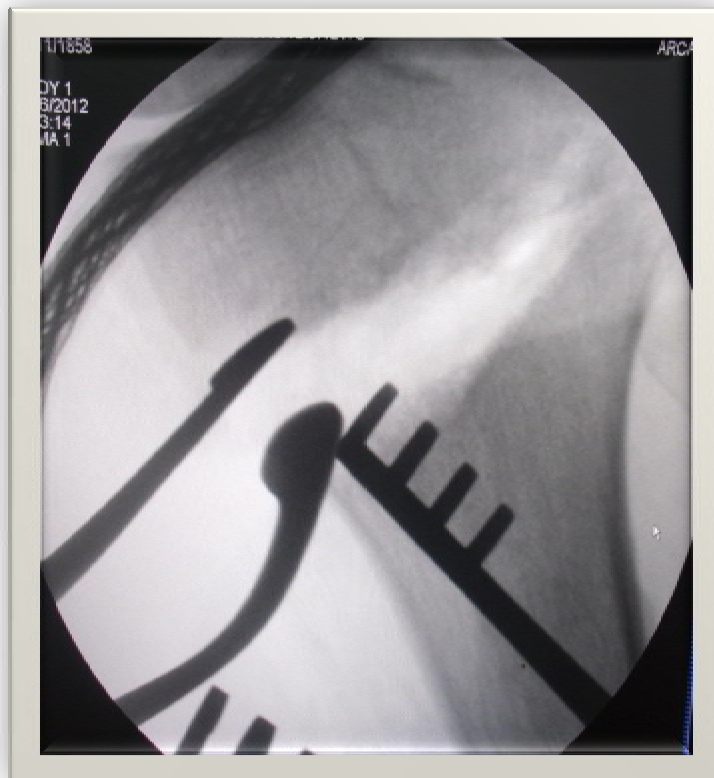


Fig. 14 : Maintient de l'ouverture par un écarteur de Meary

## 6.5 La synthèse (fig 15,16)

La synthèse de cette ostéotomie(fig16) fait appel à une plaque spéciale plaque alpha (fig 15)d'ostéotomie tibiale avec cale de chez Amplitude . Les vis épiphysaires doivent avoir un trajet visant la corticale postérieure de l'extrémité supérieure du tibia pour assurer une prise bicorticale .

Un contrôle radioscopique (fig 17)de la taille et du trajet des vis proximales est obligatoire pour ne pas méconnaître une effraction articulaire.



Figure15 : La plaque Puddu AMPLITUDE®



Figure16 : mise en place de la plaque vissée



Fig 17 : contrôle par amplificateur de brillance du trajet des vis

## 6.6 Obtention d'un caillot sanguin dans le foyer d'ostéotomie

La zone de décollement est tapissée à la surface de la plaque avec des compresses, l'étanchéité est réalisée avec une bande type Velpeau en compression légère. Le garrot est levé. Il faut attendre 8 minutes. La jambe doit être en extension, et ne doit plus être mobilisée. A l'ablation de la bande de compression, la présence d'un caillot sanguin adhérent au foyer d'ostéotomie est constatée.

Juste avant la levée du garrot, un apport d'os spongieux dans le trait d'ostéotomie est effectué. Le prélèvement s'effectue avec une curette fine dans la métaphyse proximale.

Cette étape nous apparaît comme fondamentale avec cette technique opératoire.

La création d'un hématome, rempli de cellules osseuses ostéo inductrices et des cellules graisseuses ,qui sont expulsées lors de la revascularisation du trait d'ostéotomie et absorbées par les compresses sont les gages, d'une bonne consolidation du foyer d'ostéotomie.

## 6.7 La fermeture (fig 18 , 19 )

Après toilette du champ opératoire, le faisceau superficiel du ligament latéral interne est réinséré, les tendons de la patte d'oie sont suturés (Figure 18). La fermeture est faite sur un système de drainage aspiratif (Figure19). Un pansement segmentaire est mis en place.



Figure 18 : Réinsertion des tendons avec couverture totale de la plaque



Fig. 19 : fermeture cutanée sur drain de redon aspiratif

## 6.8 Les suites postopératoires

La thromboprophylaxie est assurée par des héparines de bas poids moléculaires.

L'ablation du redon intervient au 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> jour post opératoire. Un premier levé est alors possible avec une mise au fauteuil.

Une mobilisation précoce active aidée du genou est assurée dès les premiers jours postopératoires assurant le réveil quadricipital et verrouillage du genou ; mobilisation et récupération des amplitudes articulaires. Protégé d'une attelle en genouillère de zimmer® pendant quinze jours. Le béquillage se fera sans appui pendant six semaines puis remise en charge progressive. L'appui complet est souvent autorisé entre la 10<sup>ème</sup> et la 12<sup>ème</sup> semaine si la consolidation radiologique est obtenue.

## 7) Analyse statistique

Les comparaisons statistiques entre les données pré-et post-opératoire ont été effectuées à l'aide d'un exemple de test t pour des échantillons appariés. Une valeur de p de 0,05 est considérée comme statistiquement significative.



# RESULTATS

# 1) Etude clinique :

## 1.1 Age (fig 20) :

La moyenne d'âge dans notre série est de 53 ans, l'intervention a été pratiquée jusqu'à l'âge de 73 ans, alors que notre plus jeune patient a été opéré à l'âge de 16 ans.

Tableau 1 : répartition selon l'âge

<u>Age (années)</u>	<u>Nombre de cas d'OTV</u>
10- 20	1
20 -30	1
30 -40	1
40 -50	13
50 -60	59
60 -70	11
70 -80	1

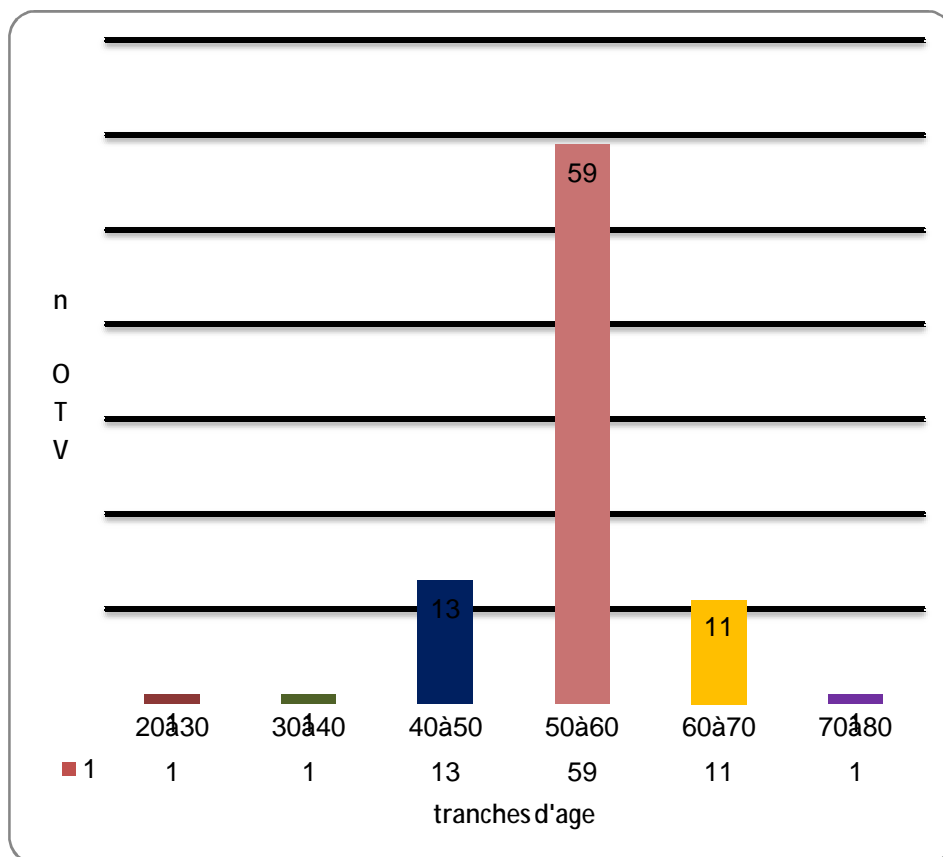


Figure20 : répartition selon l'âge

## 1.2 SEXE :(fig 21)

Notre série comprend 87 patients, avec 58 femmes soit 67 % et 29 hommes soit 33% .on constate une nette prédominance féminine.

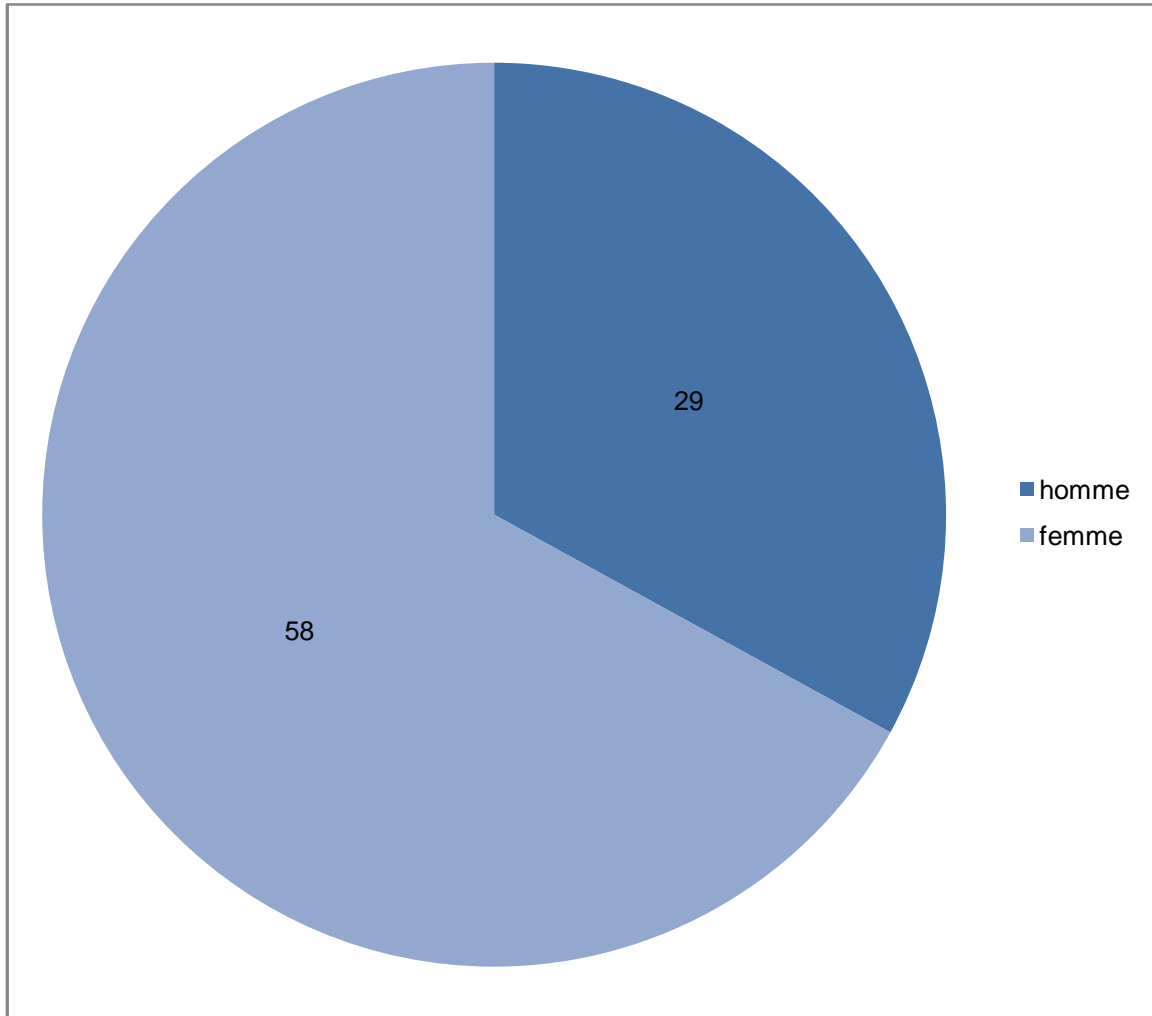


Figure 21 :Répartition selon le sexe

### 1.3 Le côté atteint :

Sur nos 87 patients, on constate

- ü 40 cas du côté droit, soit 46%
- ü 47 cas du côté gauche, soit 54%

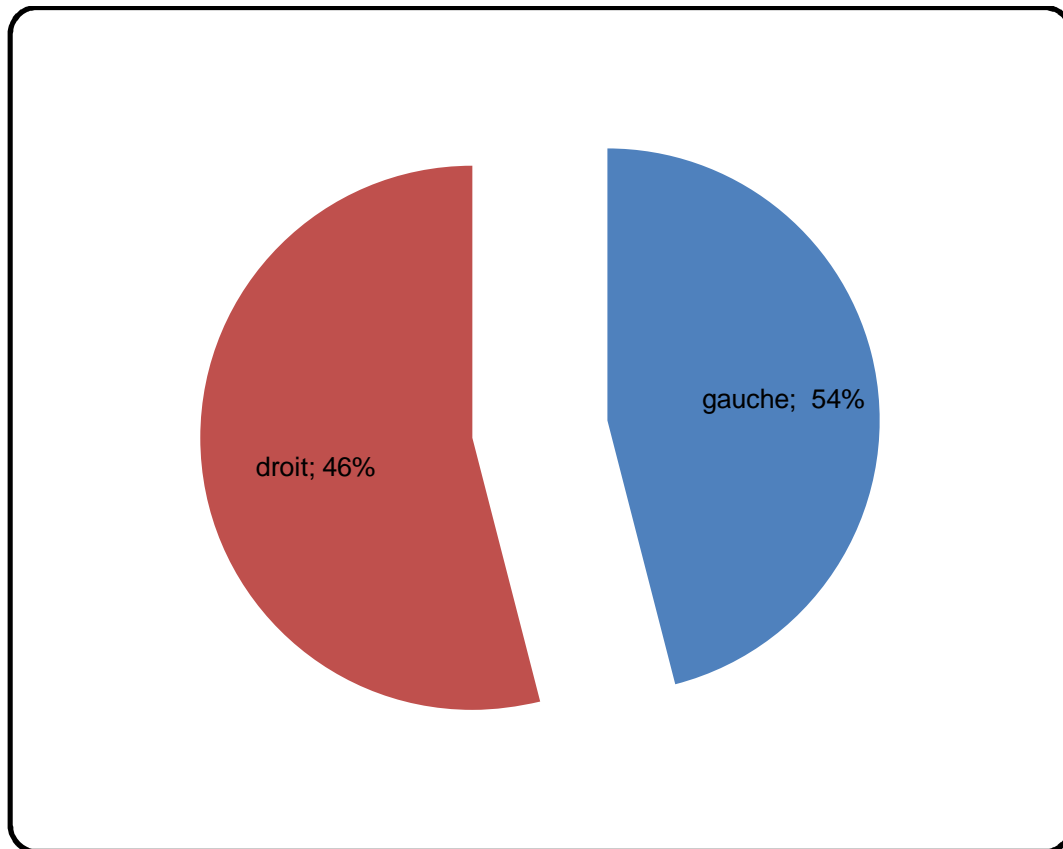


Figure22 : répartition selon le côté

### 1.4 Etiologie de la gonarthrose médiale :

Tous nos patients présentent une gonarthrose médiale sur genu-varum constitutionnel .

### 1.5 Motif de consultation

La douleur constituait le premier motif de consultation chez nos patients, il s'agissait d'une douleur de type mécanique

## 1.6 Résultats de l'examen clinique :

- A la première consultation

IKS examen était en moyenne de 63

IKS fonction      {    marche 35  
                          {    escalier 40

IKS global :135

- Score IKS au dernier recul :

IKS examen : 90

IKS fonction : 95

IKS global : 195

Degré de satisfaction :

Après un recul moyen de 14 mois, les résultats fonctionnels ont été évalués selon la classification du groupe Guepar, ils étaient bons et très bon dans 90% des cas. Les mauvais résultats correspondaient aux stades III d'ahlback.

## 2) Résultats radiologiques :

### 2.1 Stadification de la gonarthrose:(fig23)

Tous nos patients ont bénéficié d'un bilan radiologique fait : d'une radiographie de genou face et profil, alors que les incidences fémoro patellaire n'ont été réalisées que chez 21 patients, soit 25% des cas.

Sur les clichés radiographiques standards, on a stadifié nos patients selon la classification d'ahlback :

Classification d'ahlback

Stade 1 : Pincement articulaire incomplet <50%

Stade2 : Pincement articulaire complet >50% sans usure osseuse

Stade 3 : Usure osseuse (cupule tibiale) < 5mm

Stade 4 : Usure osseuse comprise entre 5 et 10 mm

Ainsi sur les 87 genoux étudiés, on a pu trouvé :

Stade 1 : 10 cas soit 11 %

Stade 2 : 67 cas soit 78%

Stade 3 : 10 cas soit 11%

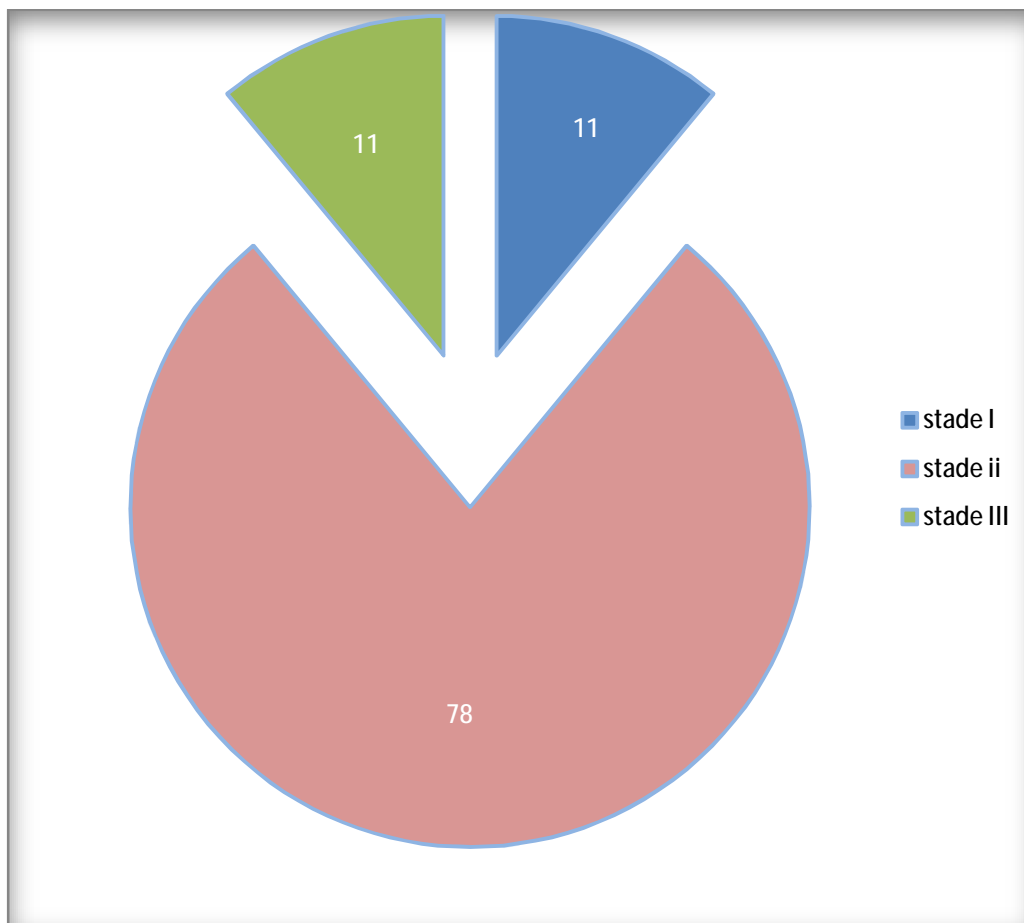


Figure 23 : stadification de la gonarthrose

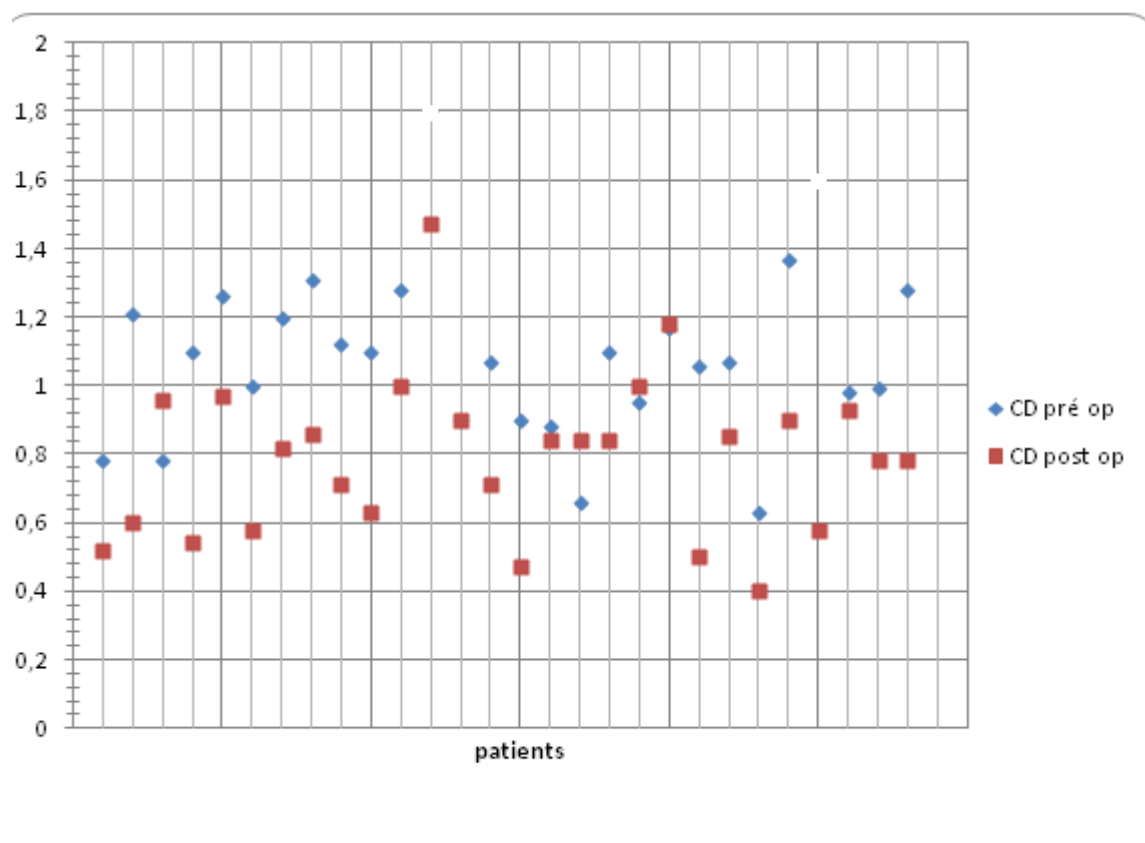
## 2.2 Angle HKA :

Les ostéotomies tibiales de valgisation ont été réalisées chez des patients porteurs d'un genu-varum, avec une moyenne de 9,38° et des extrêmes de 4,8° à 20° de varus.

Degrés de varus	<5°	5-10°	10°-15°	>15°
Nombre de cas	1	56	27	3

## 2.3 Mesure de la hauteur patellaire :(fig 24) (Tabl 2)

Nous rapportons les résultats de mesure de la hauteur rotulienne, calculés par l'index d'ISALL SALVATI,



Figur 24 :repartition de la hauteur rotulienne selon index d' Install Salvatti

#### Pour l'Insall-Salvati Index

La moyenne préopératoire, postopératoire de 2 semaines, À 3 mois post-opératoire, et 6 mois post-opératoire sont : 1,03 (intervalle De 0,71 à 1,34), 0,99 (intervalle 0,58 à 1,42), 0,97 (intervalle, 0.62 à 1.39), et 0,95 (intervalle, 0,58 à 1,39), respectivement. L'altération de la hauteur rotulienne en fonction de l'indice Insall-Salvati était significative à partir de 2 semaines ( $P < 0.001$ ), 3 mois ( $P < 0.001$ ), Et 6 mois ( $P < 0.001$ ) par rapport à l'état préopératoires.

#### Pour l'Indice de Blackburne-Peel.

Les valeurs préopératoire, postopératoire de 2 semaines, 3 mois post-opératoire, et à 6 mois postopératoires ont été calculés en moyenne à 0,90 (intervalle, de 0,56 à 1,25), 0,75 (plage, de 0,38 à 1,15), 0,77 (Plage, 0.43 à 1.11), et 0,76 (plage, 0.45 à 1.21), respectivement. La hauteur rotulienne préopératoire selon le Blackburne-Peel indice a diminué significativement à 2 semaines ( $P < .001$ ), 3-mois ( $p < 0,001$ ), et 6 mois ( $P < 0,001$ ) postopératoire.



Tableau 2 : tableau récapitulatif des différentes mensurations selon IS BP ratio.

		préopératoire	2 semaines post opératoire	3 mois post opératoire	6mois post opératoire
Istall-Salvatti	moyenne	1.03	0.99	0.97	0.95
	intervalle	0.71-1.37	0.58-1.42	0.62-1.39	0.58-1.39
	% genou avec ratio abaissé		70.6%	73.5%	76.5%
Blackburne-peel	moyenne	0.90	0.75	0.77	0.76
	intervalle	0.56-1.25	0.38-1.15	0.43-1.11	0.45-1.20
	% genou avec ratio abaissé		89.2%	88.2%	88.2%

## 2.4 Mesure de la pente tibiale :(fig 25)

La comparaison de la pente tibiale en pré et post opératoire ; sur 87 genoux ; ayant subis une ostéotomie tibiale de valgisation , en utilisant comme méthode de mesure la méthode de Moore HARVEY, note une valeur moyenne ,en pré et à 6 mois du postopératoire, de  $8,7^{\circ} \pm 3,6^{\circ}$  et  $8,2^{\circ} \pm 2,8^{\circ}$  respectivement. La Pente postérieure n'était pas significativement différente du groupe préopératoire

(P = 0,412)

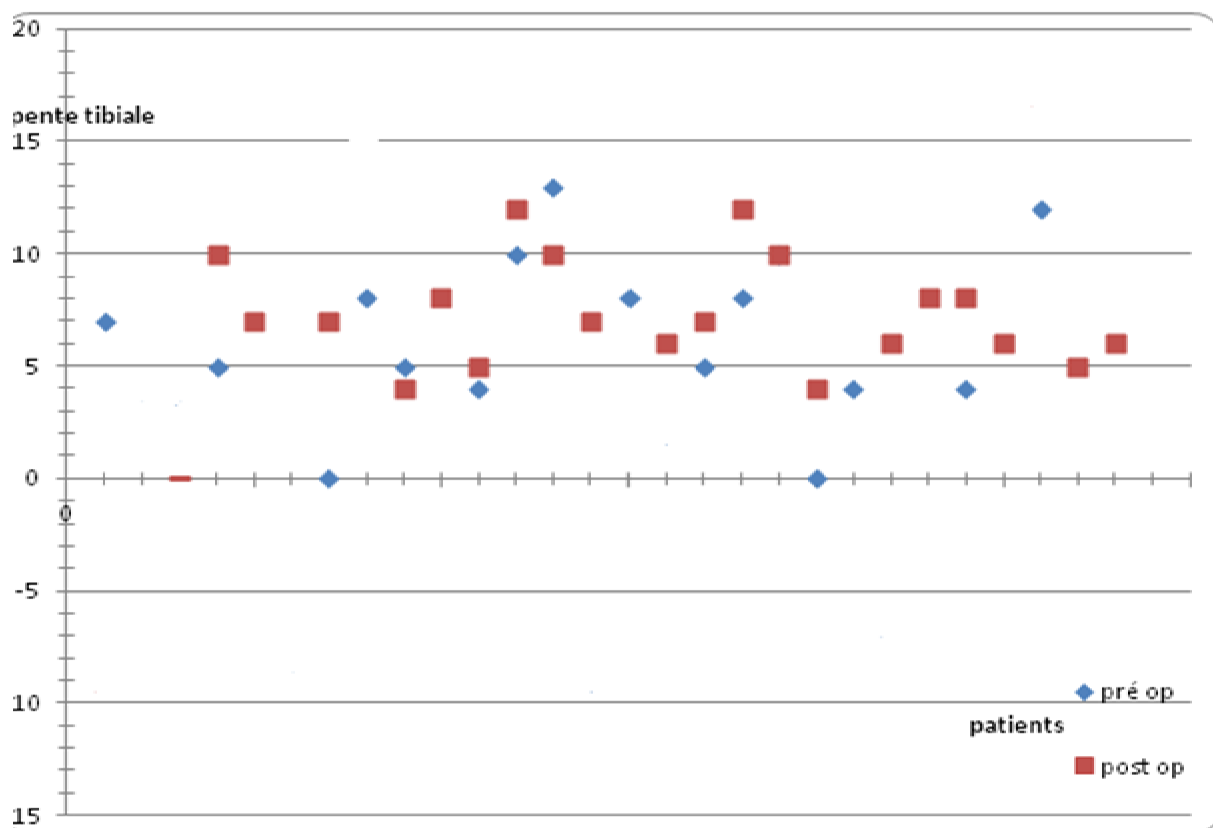


Figure25: répartition des pentes tibiales en pré et post op

Tableau 3: répartition des pentes tibiales en pré et post op

	PT<0°	0°<PT<5°	5°<PT<10°	PT>10°
Pré op	11	32	41	3
Post op	12	34	37	4
Dernier recul	8	38	35	6

## 2.5 Moyens d'ostéosynthèse :

Tous les patients ont été opérés selon la même technique d'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture médiale sus-tubérositaire et ostéosynthèse par plaque :

- ü 04 Plaque en T soit 15%
- ü Et 83 Plaque de Puddu soit 85%

## 2.6 Positionnement de la plaque:

en se référant sur des radiographies post opératoire de profil, nous avons étudié le positionnement de la plaque par rapport aux corticales antérieur et postérieur, ainsi 15 plaques étaient dans 1/3 antérieur soit 18 %,et 72 plaques étaient au 1/3 moyen soit 82 % ,nous déplorons aucun positionnement au 1/3 postérieur

## 2.7 Degrés d'ouverture :

L'ouverture était en moyenne de 11,91°, de 10 à 18°, (10° dans 37 cas, 12° dans 36 cas, 14° dans 12 cas, 16° dans un cas, 18° dans un cas)

### 3. Consolidation :

L'examen des radiographies et l'utilisation de l'indice de consolidation ont permis un suivi du comblement du trait d'ostéotomie.

Dans notre série, cette progression du cal osseux semble être linéaire dans le temps pour les premières semaines post opératoires. La Consolidation est obtenue en huit semaines en moyenne.

Un seul cas de retard de consolidation qui fini par consolidé a 2mois ½.

### 4. Complications :

Durant l'intervention, il y a eu dans deux cas, de rupture de la charnière latérale (7%).

Nous avons noté la survenue d'une thrombose veineuse profonde dans 03 cas mis sous anti coagulation à dose curative.

Deux cas d'encombrement par le matériel d'ostéosynthèse nécessitant l'ablation de la plaque à 1 an du post opératoire.

Dans les suites opératoires précoces nous n'avons pas eu de complication cutanée ou de désunion cicatricielle ni d'hématomes ou d'infection.

pré-op



Post-op

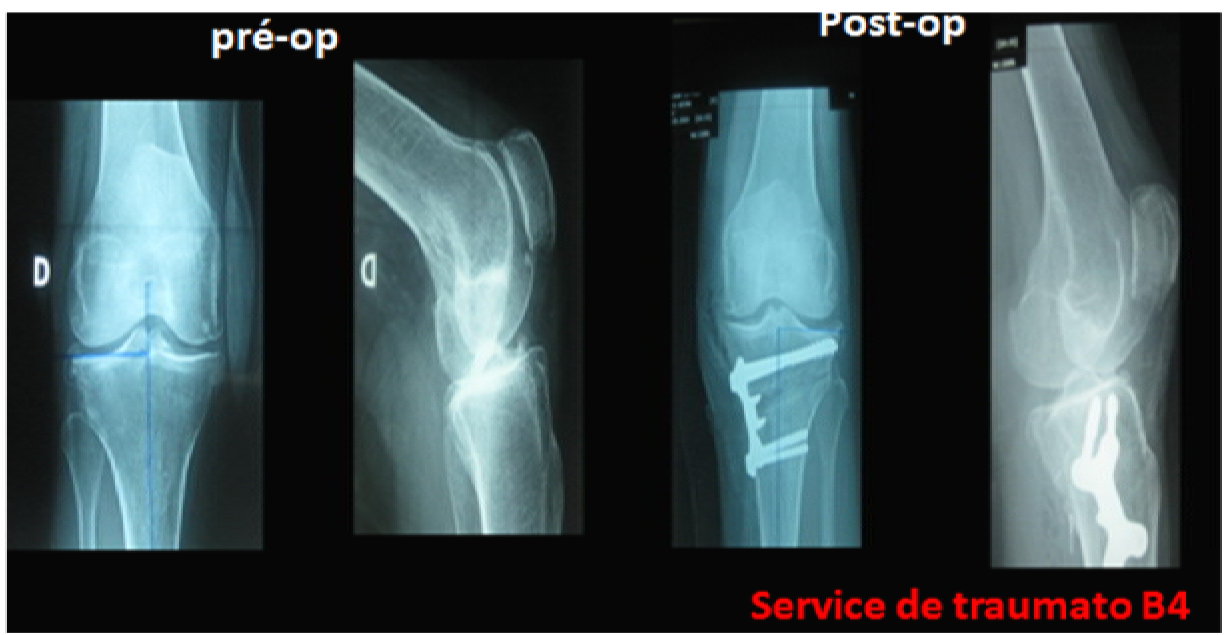


**Service de traumatologie B4**

Mme Khadija de 54 ans, présentant une gonarthrose stade 2 sur genu varum de  $8,8^\circ$

En pré-op : index de IS : 0,72 PT :  $7^\circ$

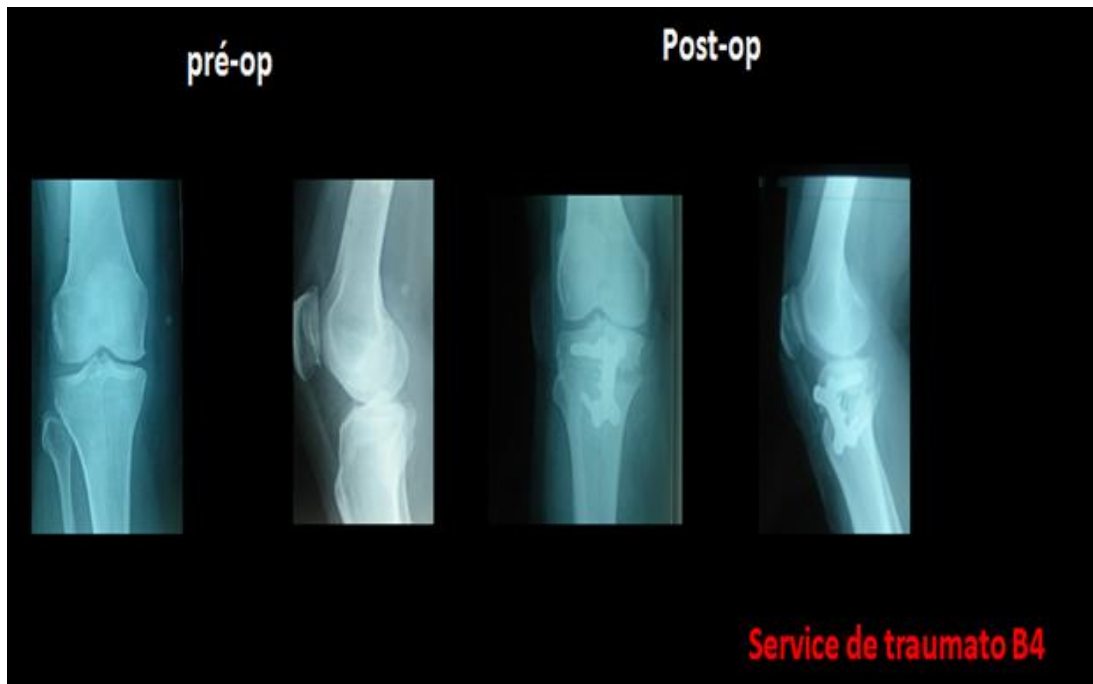
En post-op : index de IS : 0,52 PT :  $9^\circ$



patiente de 71 ans présentant une gonarthrose stade 1 sur genu-varum de  $5,4^\circ$

en pré-op : l'index de IS : 1,2    PT :  $4^\circ$

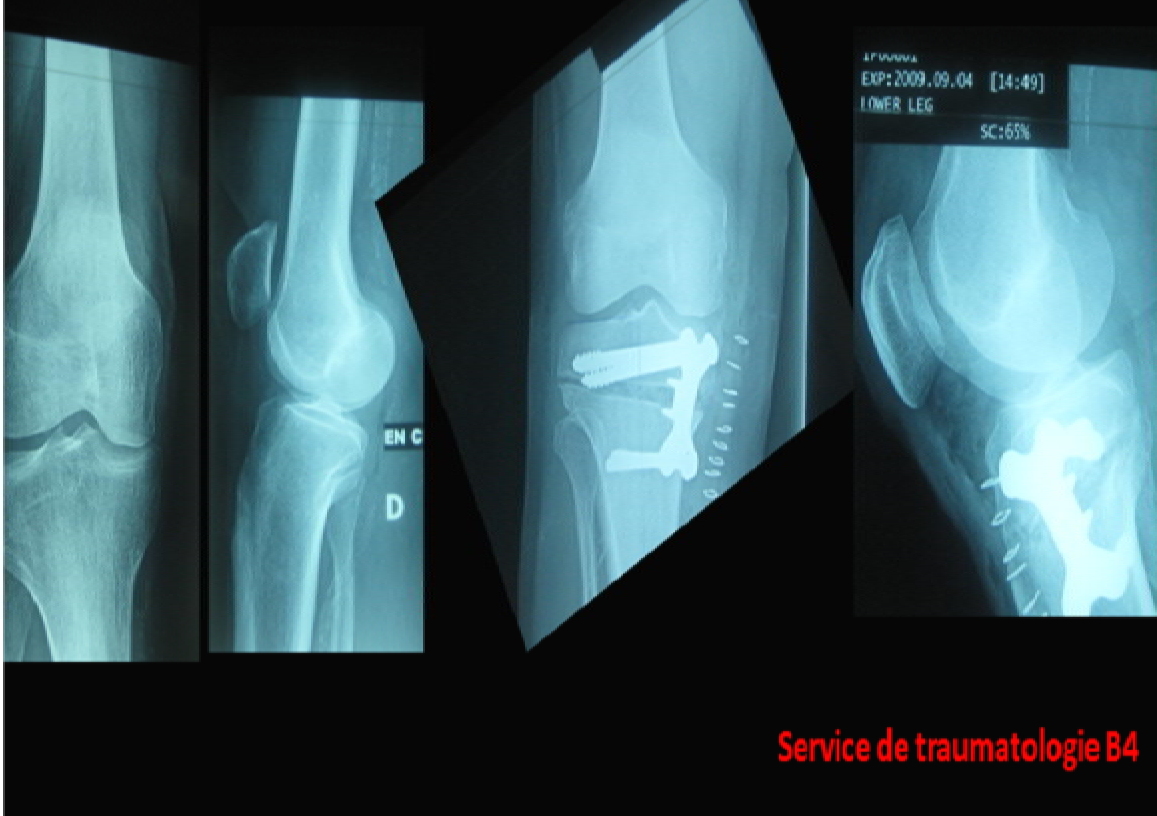
en post-op : l'index de IS : 0,9    PT :  $5^\circ$



Patiente de 52 ans, gonarthrose stade 2 sur genu-varum de 8,5°

En pré-op : index IS : 1,07 PT : 10°

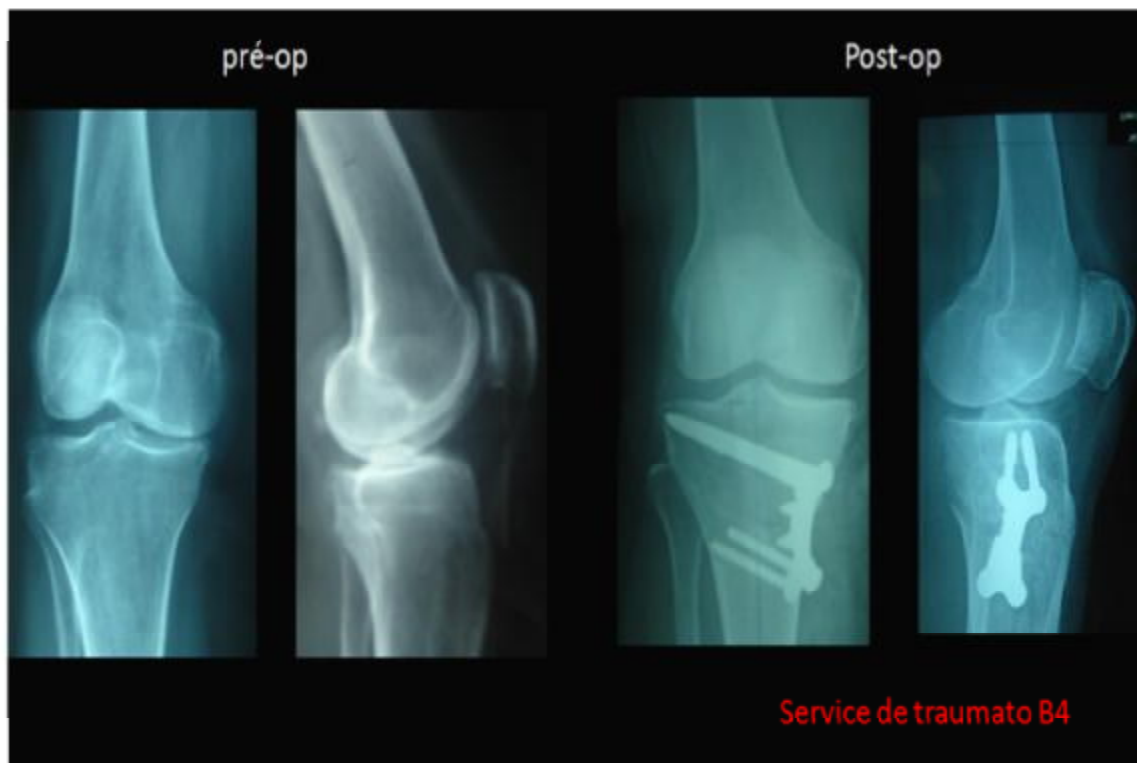
En post-op : index IS : 0,71 PT : 12°



56 ans présentant une gonarthrose stade 2 sur genu-varum de 10° ; l'index IS en pré op était d 1,2 ; 0,98 en post op .

La pente tibiale était de 7° en pré op devenait 10° en post op





patient de 60 ans présentant une gonarthrose stade 2 sur genu varum de 8,3°

En pré-op : index IS: 1,28 PT : 7°

En post-op : index IS : 0,78 PT : 0°

# DISCUSSION

L'ostéotomie tibiale de valgisation dans les gonarthroses médiales sur genu varum fait appel à plusieurs techniques (fermeture externe, ouverture interne, curviplane...) [21]. Certes les indications chirurgicales sont les mêmes mais chacune possède des avantages particuliers. L'ostéotomie d'ouverture est de plus en plus utilisée pour plusieurs avantages :

- ü remise en tension de l'appareil ligamentaire interne Ceci explique l'effet stabilisateur de cette technique rapporté par plusieurs études [22,23]. Cette remise en tension trouve toute son utilité sur les genoux instables avec désaxation en varus, réductible complètement par la mise en valgus avec bâillement interne de l'interligne [24]

- ü correction angulaire précise [25] ;

elle permet de corriger des déformations importantes avec la possibilité de corriger un flexum modéré du genou (de 5 à 10°) en ouvrant l'ostéotomie d'avantage en arrière et la possibilité de modifier la correction pendant l'intervention (26) .

- ü la correction est plus anatomique . [24 ,27].

- ü réalisation d'une seule coupe osseuse. [24 ,27].

- ü la reprise ultérieure par prothèse totale de genou est relativement plus facile pour plusieurs raisons (intérêt de la voie d'abord qui sera prolongée en para patellaire interne et conservation du capital osseux et de l'anatomie épiphyso-métaphysaire tibiale supérieure [24 ,27].

- ü épargne complète du nerf sciatique poplité externe [28].

- ü pas de geste associé sur le péroné ni sur l'articulation péronéo-tibiale supérieure.

Ces gestes utilisés dans la technique par fermeture externe risquent la pseudarthrose, la paralysie du nerf musculo-cutané et la distension du ligament latéral externe.

En fin, cette technique trouve également son intérêt pour traiter des lésions associées à la gonarthrose, notamment une ostéochondrite du condyle fémoral interne, une ostéophytose fémorale interne, et une rupture du ligament croisé antérieur.

L'ostéotomie tibiale de valgisation (OTV) trouve ses meilleures indications quand plusieurs éléments sont réunis :

- ü Absence d'une laxité frontale. Tout au plus une laxité d'usure (de la concavité) mais pas une laxité de convexité [23]. Pour DESCAMPS [14], une laxité supérieure à 10° sur le cliché en stress constitue une contre-indication à l'OTV.
- ü Une articulation fémoro-patellaire peu ou pas symptomatique. L'arthrose fémoro-patellaire ne constitue pas une contre-indication à l'OTV [29]. Par ailleurs, l'effet bénéfique de l'OTV sur l'arthrose fémoro-patellaire a été prouvé [29,39 ] et ceci grâce à des modifications anatomiques : latéralisation de la tubérosité tibiale antérieure sans dépasser 5mm [30], et avancement de la tubérosité tibiale, habituellement peu ou pas significatif. Ces considérations anatomiques expliqueraient peut être la régression d'un certain nombre de syndromes rotuliens sur une arthrose fémoro-patellaire interne. Pour HERNIGOU et GOUTALLIER(29), la correction optimale de la déviation axiale frontale est le garant de ce soulagement fémoro-patellaire. A l'opposé, quand l'arthrose fémoro-patellaire est externe, l'OTV par addition interne isolée n'aurait aucun effet bénéfique et il faudrait

- utiliser d'autres techniques décompressives telles que la section des ailerons rotuliens ou encore l'avancement de la tubérosité tibiale
- ü Un flexum du genou inférieur à 15°. En effet, l'OTV est un geste extra-articulaire et n'a pas d'influence sur la mobilité des genoux préalablement raides [14 ,23].
  - ü Une valgisation inférieure à 20°. Plus que cette valeur, il y a un risque théorique de complications neuro-vasculaire et surtout de créer un interligne articulaire oblique [33].
  - ü Age du patient inférieur à 65 ans. Chez les sujets âgés, les lésions cartilagineuses sont habituellement globales (tricompartimentales) et le résultat du traitement Conservateur pourra être aléatoire. Sur le plan pratique, il importe de tenir compte du sexe, de l'âge physiologique et de la trophicité musculaire.
  - ü Stade de la gonarthrose. Les stades I et II d'ÅHLBACK avec un compartiment externe conservé, donnent les meilleurs résultats fonctionnels [32 ,29,33]. Cependant certaines études n'ont pas confirmées cette corrélation. Pour DESCAMPS [34,35], le stade III est une contre-indication au traitement conservateur. Pour des exigences fonctionnelles moindres, l'OTV pourra donner des résultats acceptables dans les stades III voire même IV d'ÅHLBACK [27].

## 1. La série :

Le nombre de patients inclus ;( 87) dans cette étude sont comparables à la littérature. Il s'agit pour la plupart de petites séries (entre 30 et 50 patients) avec un recul modeste.

L'âge moyen de 53 ans le jour de l'intervention est similaires à d'autres publication dans le sujet .pour MH El Amrani 25 sur une série de 40 genoux, la moyenne d'âge était de 55 ans, dans la série de Brouwer la moyenne d'âge était de 50,1.(36 ; 37)

L'ostéotomie tibiale de valgisation est l'intervention conservatrice de référence pratiquée chez les sujets moins de 60, des publications récentes essentiellement anglo-saxons, préconisent pour ces mêmes patients les arthroplasties, en particulier unicompartmentales en insistant sur la rapidité des suites opératoires, la bonne qualité de récupération ,et sur la courbe de survie.

De nombreux auteurs ont montré des résultats d'autant meilleurs que l'âge de l'intervention est moins élevé, mais à notre connaissance ils n'existe pas une limite d'âge au delà de laquelle l'ostéotomie tibiale de valgisation est dénuée d'échec .Segall a montré que passé 60 ans et même après 70 ans le risque d'échec était le même à stade d'arthrose comparable (38 ).

Pour LERAT(39), l'âge n'est pas à prendre en compte isolément c'est plutôt l'espérance de vie de chaque patient quand elle est prévisible ; pour LOOTVOET (40) la notion de limite d'âge doit être pondérée en fonction de l'activité du patient et de l'usure préop du compartiment interne, à qualité de correction angulaire identique l'âge est un facteur d'échec si l'usure initiale est sup à 50 % .

Série	Nombre de cas	Moyenne d'age
A.Ducat(41)	321	52
R. W. Brouwer(37)	50	50,1
M.H.El AMRANI(36)	40	55
HOSAM EL AZAB(42)'	100	45
Robert Laprade(43)	101	35
Ufuk OZKAYA(44)	18	55
NOTRE SERIE	87	53

## 2. Scores cliniques :

Les scores genou et fonction contenus dans le score global de l'IKS (International Knee Society) sont nettement augmentés.

Nous n'avons pas retrouvé de lien statistique entre les scores obtenus et le niveau de satisfaction des patients.

La comparaison de ces résultats avec les données de la littérature est délicate. En effet, les scores utilisés dans chacune des études réalisées sur les ostéotomies de valgisation tibiale sont différents. Néanmoins certains critères peuvent être comparés comme les douleurs, le périmètre de marche, la reprise des activités.

En revanche, à la révision, l'IKS genou moyen était de 90 et IKS genou fonction était de 95, pour les rotules devenues bases et les genoux ayant subies une modification morphologiques de leur pente nous n'avons pas pu retrouvé une relation entre ces modifications et les résultats fonctionnels.

### 3. Correction angulaire :

L'hypercorrection en valgus est nécessaire dans les ostéotomies pour gonarthrose interne. En fonction des résultats obtenus à moyen ou à long terme, la valeur du genu valgum à réaliser varie selon les auteurs, quatre degrés pour Vainionpaa(39), deux à quatre degrés pour Philips et Krackow(46) ainsi que pour Lootvoet(40) où le valgus souhaitable est de cinq degrés et la limite inférieure est de deux degrés, les bons résultats sur la douleur avaient deux degrés de valgus alors que les mauvais avaient 2,4° de varus. Pour Hernigou(47) , tous les patients restés dans une fourchette de trois à six degrés étaient soulagés après 10 ans. Au-delà de six degrés, il y avait des dégradations de l'interligne externe. C'était aussi la conclusion du symposium de la SOFCOT en 1991 (38) .

Dans notre série la correction angulaire obtenue est de 2° au lieu de 5° planifiée, 2 patients étaient sous corrigés qui avaient des déviations angulaires de 18 et 20° mais ils sont satisfaits sur le plan clinique

Lootvoet rapporte dans son étude une sous correction de 2,3° et de nombreux auteurs se déclarent déçus par les résultats initiaux qu'ils observent du fait des imprécisions dans les corrections obtenues par rapport à celles qu'ils avaient planifiées en pré opératoire.

Toutes les séries retrouvent des patients sous corrigés ou hyper corrigés

### 4. Hauteur rotulienne :

nous avons calculé l'index d'Install Salvati chez nos patients, avant et après une ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne, en préopératoire, en postopératoire et au dernier recul, ainsi nous avons retrouvé 73 cas d'abaissement de rotule soit un taux de 85% .



Différentes études retrouvent, comme la nôtre, une incidence d'abaissement de la rotule proche de 100 %, pour M H El AMRANI, l'incidence d'abaissement de la rotule est de 90%.

série	Nombre de cas	Index d'ISALL SALVATI		
		Pré	post	recul
El AMRANI(36)	40	0,95	0,86	0,87
Brouwer(37)	24	0,91	0,92	
EL AZAB(42)	50	1,18	1,2	1,19
Kesmezacar(48)	85	1,05		0,96
Scuderi(49)	66	1,06	0,93	
Kaper (50)	46	0,93		0,84
Schiedeletal(51)	31	0,95	0,85	0,84
Billings(52)		1,1	1,1	1,0
Tigani (53)	40	0,95		0,81
Westrich(38)	69	1,04	0,99	0,82
Notre série	87	1,03	0,97	0,95

Dans notre série, l'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture médiale sus-tubérositaire et ostéosynthèse par plaque a entraîné un abaissement de la rotule , cet abaissement pourrait être expliqué par trois facteurs :

l'élévation de l'interligne par rapport à la tubérosité antérieure du tibia (TTA), propre aux ostéotomies d'ouverture réalisées en zone métaphysaire sus-tubérositaire (54 ;55) l'ostéotomie augmente la distance entre la tubérosité et la surface articulaire du tibia (34). L'abaissement patellaire induit par cette ouverture

peut théoriquement être calculé par la même formule qui permet de déterminer l'ouverture de l'ostéotomie (H) en fonction de la largeur du tibia (M) et de l'angle de correction angulaire (B) souhaité,  $H = 2M \sin (B/2)$ .(36)

La TTA étant située, de face, un peu en dehors du centre de la métaphyse tibiale, l'ouverture du tibia à son niveau est au maximum la moitié de ce qu'elle est au bord postéromédial. Elle est en réalité bien inférieure car, la métaphyse tibiale étant moins large en avant qu'en arrière, l'ouverture de l'ostéotomie doit être moins importante en avant qu'au niveau du bord postéromédial.

La modification de la pente tibiale, phénomène parasite qu'il convient d'éviter. Selon Kaper(50) et al qui utilisent les indices IS et BP, une augmentation de la pente tibiale est statistiquement associée à une rotule basse.

la détente ou la rétraction du ligament rotulien quelle qu'en soit la cause : sidération du quadriceps (postopératoire immédiate ou en raison d'une immobilisation prolongée ou de phénomènes dystrophiques retardés (50,56,57) .

El Azab(42),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 ces fibres tendineuses en raison de l'étirement soudain et l'irritation après l'ostéotomie (58)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 intratendineuse , 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 infrarotulienne profonde, et-ou des changements de la pente tibiale(59,49,56). D'autre part ,dans une étude réalisée par Stefan Hinterwimmer (60), sur 25 genoux ,en exécutant une ostéotomie biplane tout en laissant la tubérosité tibiale dans la partie distale dans les petites corrections ,et dans la partie proximale dans les correction supérieur à 5° :la hauteur rotulienne est restée presque inchangée en post opératoire en utilisant l'index de Caton Deschamps.

Matar (61) a conclu que l'exécution d'une ostéotomie tibiale de valgisation oblique au dessous ou au niveau de l'insertion du tendon rotulien diminue le risque de rotules basses.

Scruideri(49), et Jason CH Fan (12) ont constaté qu'un montage rigide et le mouvement précoce ont mené au moins de raccourcissement post-opératoire du tendon rotulien.

## 5. 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 différent du groupe préopératoire.

plusieurs études ont constaté une augmentation de la pente tibiale après ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne ; pour Brouwer la modification de la pente tibiale était de 2,4° ;2° pour El Amrani 2,1° pour El Azab ; 0,6° pour A Ducat .

Cependant ,d'autres auteurs ont montré l'absence de modification de la pente tibiale après ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne (11).

série	n	Pente tibiale		
		pré	post	recul
Brouwer(37)	14	9,5	11,9	
El Amrani(36)	40	4,2	6,3	6,2
El Azab(42)	50	6,4	8,4	8,3
A Ducat(41)		5,6		6,2
Notre série	28	8,7		8,2

Pour Noyes (63) l'augmentation de la pente tibiale après ostéotomie tibiale de valgisation, s'explique par l'anatomie : la corticale antéromédiale 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 su les travaux de Noyes ,Joo ho wang (64) 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(65) 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 postéromédial , suffisant pour diminuer la pente tibiale ; ou que le manque de fixation le long de la partie antéromédial de l'ostéotomie a

abouti à une augmentation de l'écart entre les segments d'ostéotomie dans la période post-opératoire précoce .(43)

Dans notre série un facteur essentiel nous paraissait susceptible de modifier la pente tibiale ; c'est le positionnement de la plaque , ainsi la pente tibiale a augmenté dans 80% des cas en rapport avec un positionnement de la plaque qui était dans le tiers antérieur dans 77% des cas .

Rodner,Rubino( 66,67) et Sariali ont montré qu'une plaque placée trop antérieure ,induit une augmentation de la pente tibiale. Pour Robert Laprade ,la position antéromédiale induit une augmentation de la pente de 4,3° contre 1° lorsqu'elle est postéromédiale. Harringou(57) recommande de positionner la plaque le plus possible dans le coin postéro médiale et de réaliser une ostéotomie complète de la corticale.

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(15) . Kaper et Al a conclu qu'une augmentation de 10 degrés dans l'angle provoquerait un 6 millimètre de translation tibiale, qui provoquerait aussi une augmentation de sévérité d'arthrose mettant en péril les opérations d'arthroplastie ultérieures. (69,70)

L'ostéotomie tibiale de valgisation garde une large place dans le traitement de la gonarthrose fémoro-tibiale interne. Les difficultés techniques lors de la reprise par prothèse totale sont dues à l'importance du cal vicieux tibial et aux troubles morphologiques induits ; la modification de la pente et la hauteur rotulienne . Ces effets rendent la future conversion en une PTG plus difficile particulièrement en rapport avec l'éversion de la rotule et l'exposition du compartiment latéral .

Il est clair que l'augmentation de la pente tibiale et la diminution de la hauteur rotulienne suite à une ostéotomie tibiale de valgisation, sont liées à la

technique chirurgicale, et l'amélioration de certains détails techniques peut minimiser ces modifications. Plusieurs études ont été réalisées dans ce sens ; d'où on est arrivé à tirer certaines recommandations :

- ù L'ostéotomie doit être réalisée en postéro latéral, avec libération des tissus mous de la partie postérieure du tibia.(42)
- ù Le trait d'ostéotomie doit être placé distalement, laissant le tendon rotulien dans le fragment proximal afin de ralentir la diminution de la hauteur rotulienne.(60)
- ù L'ouverture de la partie antérieure doit être la moitié que celle réalisée en postéro médial, Noyes (63) a rapporté qu'une pente postérieure normale peut être maintenue si l'écart d'ouverture antérieur est approximativement 67 % de l'écart d'ouverture postérieur.
- ù Pour préserver la charnière latérale, l'augmentation de la taille des cales doit être progressive afin de ralentir l'augmentation de la pente postérieure.(64)
- ù Le membre doit être placé dans une position de relâchement lors de la fixation de la plaque.(61)
- ù Une ostéosynthèse rigide ainsi qu'une rééducation doit être entreprise dans les suites immédiates de l'intervention.(61)

# CONCLUSION

L'ostéotomie tibiale de valgisation est une technique de pratique courante, demeure parmi l'arsenal thérapeutique pour le traitement conservateur de la gonarthrose, et dont les résultats initialement bons s'épuisent avec le temps.

L'ostéotomie tibiale de valgisation a été conçue pour soulager les contraintes sur le compartiment médial en redressant la déformation du membre dans un plan frontal, cependant des effets parasites peuvent apparaître dans le plan sagittal tels que la modification de la pente tibiale et de la hauteur rotulienne, qui peuvent avoir des conséquences après une reprise ultérieure pour prothèse totale du genou.

En conclusion, nous avons trouvé que l'ostéotomie tibiale par ouverture médiale diminue la hauteur de la rotule, chose qui se produit dans les 3 premiers mois du postopératoire.

La hauteur rotulienne diminuée semble être due au raccourcissement du tendon patellaire. Ce qui pourrait affecter les chirurgies futures, y compris les arthroplastie totale du genou., ceci doit être évalué dans le cadre de la planification préopératoire chez ces patients. Nous avons également validé des modifications peu importantes dans la pente tibiale puisque l'emplacement de la plaque vissée, dans le plan sagittal, est situé dans 1/3 moyen ce qui peut retentir dans notre expérience sur la pente tibiale.



# RESUME

# RESUME

Mots clés : Ostéotomie tibiale de valgisation, Hauteur rotulienne, Pente tibiale, addition interne

Introduction : L'ostéotomie tibiale de valgisation est une technique efficace dans le traitement de la gonarthrose fémoro-tibiale interne dont le principe repose sur un concept mécanique consistant à diminuer les contraintes du compartiment dégradé par une correction de sa désaxation. cependant de effets parasites peuvent apparaitre telque la modification de la pente tibiale et la hauteur rotulienne.

Objectifs : évaluation de la pente tibiale et la hauteur rotulienne en pré post opératoire et au dernier recul.

Matériels et méthodes : il s'agit d'une étude rétrospective menée en service de chirurgie ostéoarticulaire B4 sur 87 patients entre janvier 2009 et mars 2012, l'âge moyen était de 53 ans, l'étiologie principale était la gonarthrose essentielle. la pente tibiale ainsi que la hauteur rotulienne etai tmesurée sur des radiographies du genou profil, en utilisant respectivement l' index Moore Harvey pour la pente tibiale et Install salvati et black burn peel ratio pour la hauteur rotulienne.

Résultats : la valeur moyenne de la pente tibiale pré et à 6 mois du postopératoire ont été de  $8,7^{\circ} \pm 3,6^{\circ}$  et  $8,2^{\circ} \pm 2,8^{\circ}$  respectivement. La Pente postérieure n'était pas significativement différente du groupe préopératoire  $P = 0,412$ . . Pour l'Insall-Salvati Index. La moyenne préopératoire, postopératoire de 2 semaines, et 6 mois postopératoire sont, 1,03 ; 0,97 ; 0,95 la hauteur de la rotule a été significativement diminuée à la 2ème semaines ( $P < 0.002$ ), et 6 mois ( $P < 0.001$ ) de suivi.

Conclusion : nous avons trouvé que l'ostéotomie tibiale par ouverture médiale diminue la hauteur de la rotule, chose qui se produit dans les 3 premiers mois du postopératoires.

La hauteur rotulienne diminuée semble être due au raccourcissement du tendon patellaire. Nous avons également validé des modifications peu importantes dans la pente tibiale puisque l'emplacement de la plaque vissée dans le plan sagittal est situé dans 1/3 moyen ce qui peut retentir sur la pente tibiale.

# SUMMARY

Keywords: tibial osteotomy; open wedge; patellar height; tibial slope

Valgus-producing open-wedge high tibial osteotomy is an established treatment for varus malalignment and medial osteoarthritis, with reproducible results in the frontal plane. However, an undesirable but often accepted increase in posterior tibial slope and decrease in patellar height are still routinely seen.

Materials and methods: We analyzed the radiographs of 87 knees with medial compartment OA treated with HTO between January 2009 and June 2012. The indications for HTO were medial OA with varus malalignment in all 87 cases. Radiography of the knee included a standing posteroanterior view and a true lateral radiograph in at least 30° of flexion. From all the lateral radiographs the patellar height was measured according to the IS and BP ratios and the angle of inclination of the tibial plateau according to the MH method.

Results: The average preoperative PTS was  $8,7^\circ \pm 3,6^\circ$ . The postoperative PTS was  $8,2^\circ \pm 2,8^\circ$ . The postoperative PTS was not significantly different from the preoperative  $P = .412$ . The Insall-Salvati index decreased from 1.03 preoperatively to 0.97 at 2 weeks postoperatively, and 0.95 at 6 months postoperatively. The 2-week patellar height was also significantly decreased at 3 months ( $P < 0.002$ ) and 6 months ( $P < 0.001$ ) of postoperative follow-up.

Conclusion: Opening-wedge proximal tibial osteotomy decreases patellar height within the first 3 postoperative months. Moreover, a significant increase in tibial slope occurred. To prevent the unintentional increase of the posterior tibial slope, special attention should be paid to the plate position.

## ملخص

الكلمات الأساسية : فتح العظم الظنبوبي بفتح الركبة ، ارتفاع الرضفة ، انحدار الطنبوب .

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم نتائج قطع العظم الظنبوبي بفتح العظم على انحدار الطنبوب وعلى ارتفاع الرضفة .

ما بين يناير 2009 و يونيو 2012 ، انتفعت 87 حالة من هذه العملية وكانت نتائج قطع العظم بالنسبة لمؤشر ( أنستال سلفاتي ) هي كالتالي: 0,97 بعد العملية ، 0,95 ستة أشهر بعد العملية . أما بالنسبة لانحدار الطنبوب فكانت النتائج 8,7 قبل العملية 8,2 بعد العملية.

أثبتت هذه الدراسة انخفاضا في ارتفاع الرضفة، وازدياد نسبي في انحدار الطنبوب بعد عملية قطع العظم الظنبوبي بفتح العظم.

# BIBLIOGRAPHIE

- 1- Keuttner KE, Goldberg V (1995) Osteoarthritic disorders. Rosement, IL, American Academy of orthoaidic Surgeons, p. 21-5.
- 2- Kapandji IA. Physiologie articulaire. Schémas commentés de mécanique humaine. Fascicule II. Paris : Maloine, 4e éd, 1980.
- 3-Thomine J, Boudjemaa A, Gibon Y, Biga N. Les écarts varisants dans la gonarthrose. Fondement théorique et essai d'évaluation pratique *Rev Chir Orthop* 1981;67:319-27.
- 4- Maquet P. Biomechanics of the knee. Berlin, Heidelberg, New York. *Springer Verlag Edit* 1976
- 5- Blaimont P, Burnotte J, Baillon J, Duby P. contribution à l'étude des conditions d'équilibre dans le genou normal et pathologique. *Acta Orthop Belg* 1971;37:573-92
- 6- Perusi M, Baietta D, Pizzoli A. La correction chirurgicale du genu varum arthrosique par « l'hémicalotasis ». *Rev Chir Orthop* 1994;80:739-43.
- 7- Goutallier D, Julieron A, Hernigou P. La cale de ciment remplaçant les greffons iliaques dans les ostéotomies tibiales d'addition interne. *Rev Chir Orthop* 1992;78:138-44
- 8- Hernigou P, Ma W. open wedge tibial osteotomy with acrylic bone cement as bone substitute. *The Knee* 2001;8:103-10.

- 9- Jackson JP. Osteotomy for osteoarthritis of the knee. Proceedings of the Sheffield Regional Orthopaedic Club. *J Bone Joint Surg Br* 1958;40:826
- 10- Blaimont P, Burnotte J, P H. La pré arthrose du genou. *Acta Orthop Belg* 1975;41:177-200
- 11- Maquet P. Valgus ostéotomy for osteoarthritis of the knee. *Jnt Orthop* 1976:120-43.
- 12- Gariépy R. Genu varum treated by high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Br* 1964;46:783-4.
- 13- Coventry M, Ilstrup D, Wallrichs S. Proximal tibial osteotomy : a critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:196-201
- 14- Descamps L., Jarsaillon B., Schuster P., Vergnat C. Synthèse angulaire dans l'ostéotomie tibiale de valgisation pour arthrose. *Rev Chir Orthop* 1987;73:231-6.
- 15-Y Garillon. Imagerie de la gonarthrose ; La gonarthrose Traitement chirurgical : de l'arthroscopie à la prothèse :24,37
- 16-Buckland-Wright C (1995) Protocols for precise radio-anatomical positioning of the tibiofemoral and patellofemoral compartments of the knee. *Osteoarthritis Cartilage*. 3 (suppl. A) : 71-80.



- 17-Railhac JJ, Fournie A, Gay R, Mansat M, Putois J (1981) Etude radiologique du genou en incidence antero-posterieure avec legere flexion en appui. Interet pour detecter l'arthrose femoro-tibiale. *J. Radiol.* 62 (3) : 157-66.
- 18- Insall J, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology* 1971;101:101-4
- 19- Blackburne JS, Peel TE (1977) A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg [Br]* 59:241-242
- 20- Moore TM, Harvey JP Jr. Roentgenographic measurement of tibial plateau depression due to fracture. *J Bone Joint Surg [Am]* 1974;56-A:155-60
- 21- Ierat, l'osteotomie dans la gonarthrose ; conférences d'enseignement, parie ELSEVIER ; 2000, p 165-201 é
- 22- Goutallier D., Hernigou PH., Medevielle D., Debeyre J. Devenir à plus de 10 ans de 93 ostéotomies tibiales effectuées pour gonarthrose interne sur genu varum. *Rev Chir Orthop* 1986; 72:101-13
- 23- Insall J., Shoji H., Maer V. High tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg* 1994; 56A:1397-405.
- 24- B. MELCHIOR, P. LE COUTEUR Comment nous réalisons nos ostéotomies tibiales de valgisation par addition interne .maitrise orthop

25-Hernigou PH., Ovadia H. Modélisation mathématique de l'ostéotomie tibiale d'ouverture et table de correction. Rev Chir Orthop 1992; 78:258-63

26- 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 2002

27-Akrout W. Résultats préliminaires des remplacements prothétiques totaux du genou après ostéotomie tibiale de valgisation (à propos de 20 cas).  
Thèse de Médecine. Faculté de Médecine Sfax 2008

28- Blanchard J.P., Lord G., Marotte J.H., Guillaumon J.L., Bessnue J.P. Ostéotomie tibiale de valgisation. Choix d'une technique et des gestes associés.  
Rev Chir Orthop 1979; 65:209-19

29-Bauer G.C. Le choix du traitement dans la gonarthrose. Rev Chir Orthop 1981; 67:329-35.

30-Hernigou PH., Goutallier D. Devenir de l'articulation fémoro-patellaire du genu varum arthrosique après ostéotomie tibiale de valgisation par addition interne. Recul de 10 à 13 ans. Rev Chir Orthop 1987; 73:43-8.

31- Vielpeau C., Dimech C., Locker B. Les échecs des ostéotomies tibiales: Série témoin. Rev Chir Orthop 1992; 78:90-2.

- 32- Aglietti P, Rinonapoli E, Stringa G, Taviani A. Tibial osteotomy for the varus osteoarthritic knee. *Clin Orthop* 1993;176:239-51
- 33- Vainionpaa S, Laike E, Kirves P, Tiusanen P. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. A five to ten-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 1981;63-6:938-46.
- 34- Holden D.L., James S.L., Larson R.L., Slocum D.B. Proximal tibial osteotomy in patients who are fifty years old or less. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A:977-82
- 35- Keene J.S., Dyreby J.R. High tibial osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg* 1983; 65A:36- 42
- 36- 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
- 37- Brouwer RW, Bierma-Zeinstra SM, van Koeveringe 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.
- 38- segal p, les echecs des OTV pour gonarthrose, *rev chr orthp* 1992 ,78(suppl 1),85-125;
- 39- CATON, J., DESCHAMPS G., CHAMBAT P., LERAT J.L., DEJOUR H. Les rotules basses. A propos de 128 observations. *Rev. Chir. Orthop*, 1982, 68, 317/325

40--LOOTVOET L ,MASSINON A ?ROUSSILLON R ,HIMMER O ,LAMBERT K ,GHOSEZ GP ,OTV pour gonarthrose sur genu-varum ;a propos d'une série de 139 cas revue après de 6 à 10 ans de recul,rev chir orthop 1993,79 :375-84

41- 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

42- el-Azab H,Glabgly P,Paul j,patellr height and posterior tibial slope after open and closed wedge high tibial osteotomy: a radiological study on 100 patients.AM J Sports Med 38:323-329

43- 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

44- Schröter· P. Lobenhoffer · J. Muelle · C. Ihle · U. Stöckle · D. Albrecht .  
Veränderung der Patellahöhe nach „open“- und „closed wedge high tibial osteotomy  
.Orthopäde 2012 · 41:186–194DOI 10.1007/s00132-011-1872-9

45- Thomine JM. Les ostéotomies dans la gonarthrose fémoro-tibiale latéralisée. Théorie et pratique. Cahiers d'Enseignement de la Sofcot. Conférences d'Enseignement 1989. Expansion Scientifique Française 1989;34- 99-112

46- Philips M, Krackow K. High tibial osteotomy and distal femoral osteotomy for valgus or varus deformity around the knee. AAOS Instructional Course Lectures 1998;47:429-36

47- Hernigou P. Recul à plus de 20 ans de la gonarthrose fémoro-tibiale interne après ostéotomie tibiale de valgisation. *Rev Chir Orthop* 1996;82:241-50.

48- Kesmezacar H, Erginer R, Ogut T et al (2005) Evaluation of patellar height and measurement methods after valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13:539-544

49- Scuderi GR, Windsor RE, Insall JN (1989) Observations on patellar height after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg* 71:245-248

50- Kaper BP, Bourne RB, Rorabeck CH, Macdonald SJ. Patellar infera after high tibial osteotomy. *J Arthroplasty* 2001;16:168-73

51- Schiedel F, Probst A, Buller TC, Rodl R (2009) The postoperative patella height: a comparison of additive and subtractive high tibial osteotomy in correcting the genu varum. *Arch Orthop Trauma Surg* 129:1271-1277

52- Billings A, Scott DF, Camargo MP, Hofmann AA (2000) High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation, and early motion. Long-term follow-up. *J Bone Joint Surg [Am]* 82(1):70-79

53- Tigani D, Ferrari D, Trentani P et al (2001) Patellar height after high tibial osteotomy. *Int Orthop* 24:331-334

54- Wardle EN. Osteotomy of the tibia and fibula. *Surg Gynecol Obstet* 1962;115:61

- 55- Gaasbeek R, Welsing R, Barink M, Verdonschot N, van Kampen A. The influence of open and closed high tibial osteotomy on dynamic patellar tracking: a biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:978—84
- 56- 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
- 57- La Floresta P, Mastroberardino G, Covatta V, Napolitano C. Patellar height after high tibial osteotomy with internal fixation: comparison between two techniques. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87(Suppl. 2):185
- 58- Jason CH Fan, Open wedge high tibial osteotomy: cause of patellar descent. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*
- 59- 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
- 60- Stefan Hinterwimmer, Knut Beitzel, Jochen Paul, Chlodwig Kirchhoff, Martin Sauerschnig, Rüdiger von Eisenhart; Control of Posterior Tibial Slope and Patellar Height in Open-Wedge Valgus High Tibial Osteotomy, *Am J Sports Med* 2011 39: 851
- 61- Matar WY, Boscaroli R, Dervin GF. Open wedge high tibial osteotomy: a roentgenographic comparison of a horizontal and an oblique osteotomy on patellar height and sagittal tibial slope. *Am J Sports Med*. 2009;37:735–742

62- Chae DJ, Shetty GM, Lee DB et al (2008) Tibial slope and patellar height after opening wedge high tibia osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft. *Knee* 15:128-33

63- 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.* 2005;33(3):378-387

64- Joon Ho Wang, Ji Hoon Bae, Hong Chul Lim, Won Yong Shon, Cheol Woong Kim and Jae Woo Cho; Medial Open Wedge High Tibial Osteotomy : The Effect of the Cortical Hinge on Posterior Tibial Slope. *Am J Sports Med* 2009 37: 2411

65- 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

66- Rodner C, Adams DJ, Diaz-doran, Tate JP, Santangelo SA, medial opening wedge tibial osteotomy and the sagittal plane: the effect of increasing tibial slope on tibiofemoral contact pressure. *Am J Sports Med* 2006;34:1431-41

67- Rubino LJ, Schoderbek RJ, Golish SR, Baumfeld J, Miller MD, the effect of plate position and size on tibial slope in high tibial osteotomy. a cadaveric study. *J Knee Surg* 2008;21:79-86

68- Dejour H, Bonnin M. Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture: two radiological tests compared. *J Bone Joint Surg Br.* 1994; 76:745-749

69-Haddad F,Bentley G,total knee arthroplasty after high tibial osteotomy:a medium-term review .j Arthroplasty 2000;15:597-603

70-Katz M,Hungerford DS,Krackow KA,Lennox DW.results of total knee arthroplasty after failed proximal tibial osteotomy for osteoarthritis. J Bone J oint Surg Br 1987;69 225-33