

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



L'OSTÉOTOMIE TIBIALE DE VALGISATION PAR OUVERTURE INTERNE SANS GREFFE OSSEUSE

MEMOIRE PRESENTE PAR :
Docteur Mohammed SHIMI
né le 27 Novembre 1978 à Kénitra

**POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE
OPTION : TRAUMATOLOGIE-ORTHOPEDIE**

Sous la direction de :
Professeur ELMRINI ABDELMAJID

Juillet 2010

Mes remerciements à mes PR :

FAOUZI BOUTAYEB et ABEDEL MAJID ELMRINI

Vous m'avez toujours réservé le meilleur accueil, malgré vos nombreuses obligations professionnelles. Vous m'avez suivi durant mes années de résidanat. Vous êtes toujours ouverts pour m'accueillir, et me faire profiter de votre savoir.

Vos encouragements inlassables, votre gentillesse méritent toute admiration. Je saisis cette occasion pour vous exprimer ma profonde gratitude tout en vous témoignant de mon respect.

*A mon maître le professeur
DAOUDI ABED ELKRIM*

*Vous m'avez toujours accueilli avec simplicité et amabilité
Ce travail est l'occasion pour vous remercier
Veuillez trouver ici le témoignage de ma gratitude et mon profond
respect.*

*A mes amis les Pr. A.EL IBRAHIMI et Pr. A. MARZOUKI
Vous êtes un exemple à suivre*

*Mes vifs remerciements à toute l'équipe des services de traumatologie et
orthopédie de Fès.*

Sommaire

Introduction	3
Biomécanique du genou	5
1. Axes du membre inférieur.	6
2. Concept d'écarts varisants de Thomine.....	8
Les ostéotomies tibiales de valgisation	11
1. Ostéotomie tibiale curviplane.	12
2. Ostéotomie tibiale cunéiforme de fermeture externe.....	15
3. Ostéotomies tibiales d'ouverture interne.....	17
Matériel et méthodes	21
1. sélection des patients.....	22
2. la série.....	23
3. l'intervention chirurgicale.....	28
4. Le suivi.....	35
Résultats	37
1. les méthodes d'évaluation :	38
1.1- Le délai de consolidation.	38
1.2- La correction angulaire du membre inférieur.	38
1.3- La hauteur de l'interligne articulaire.	39
1.4- La pente tibiale.....	39
1.5- Le délai de remise en charge.....	39
1.6- L'encombrement du matériel.....	39
1.7- Les complications.	39
2. les résultats :	40

Discussion :	45
1. Les résultats cliniques :	48
2. les résultats radiologiques.....	53
3. le coût ;.....	59
4. les complications tardives.....	59
Conclusion.....	61
Résumé	63
Bibliographie.....	65

INTRODUCTION

Le traitement chirurgical de l'arthrose fémoro-tibiale médiale par ostéotomie tibiale de valgisation est connu depuis 50 ans. Son efficacité a été validée à court, moyen et long terme. Les premières ostéotomies datent des années 1948 à 1958 avec Merle d'Aubigné [1], dès 1948, Judet [2] en 1957, Debeyre et Artigou [3] en 1972, Cauchoix et Duparc [4] en 1968. Elles ont été répandues par Jackson et Waugh qui ont publié les premières ostéotomies en dôme en 1961. Le but de l'opération est la diminution, au mieux la disparition des douleurs. 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.

L'apparition de nouveaux matériels rend l'intervention encore plus fiable. Dans l'intervention chirurgicale que nous avons étudié, l'ostéotomie de valgisation par ouverture médiale est fixée à l'aide de la plaque type ALPHA de chez *AMPLITUDE*[®]. Sans comblement du site d'ostéotomie. La procédure est simplifiée. Il n'y a pas de comblement du foyer d'ostéotomie.

Le but étant d'apprécier le délai de consolidation et les résultats fonctionnels.

BIOMECHANIQUE

1. Axes du membre inférieur :

1.1. 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.

1.2. Axes anatomiques :

Ils se confondent avec les axes diaphysaires du fémur et du tibia. Leur intersection crée un angle supérieur à 180° , 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.

1.3. Axes mécaniques (figure 1):

- 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° . En dessous de 180° , le genou est en varus et au-dessus, il est en valgus.

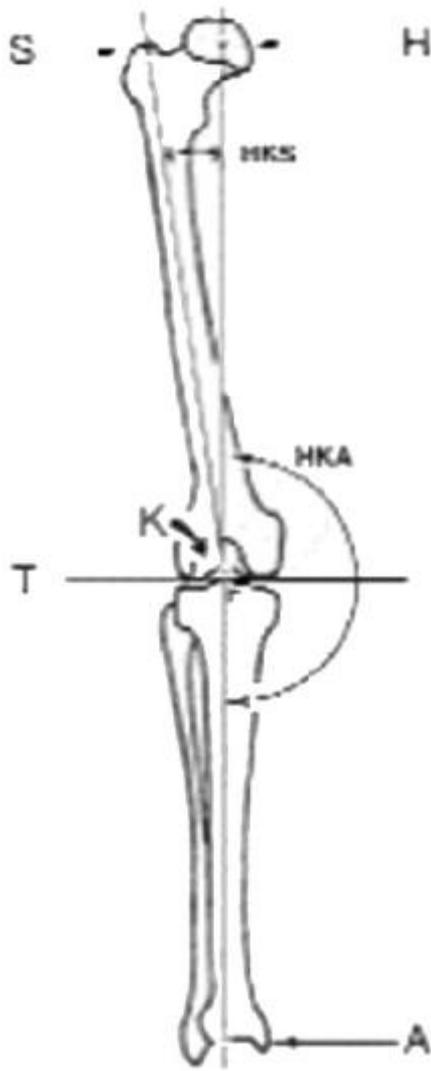


Figure 1 : angle HKA.

2. Concept d'écart varisants de Thomine[5] (fig.2)

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

- Ecart varisant extrinsèque (EVE), il correspond à la distance entre la ligne gravitaire unipodal et l'axe mécanique du membre. L'écart varisant 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 varisant 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.

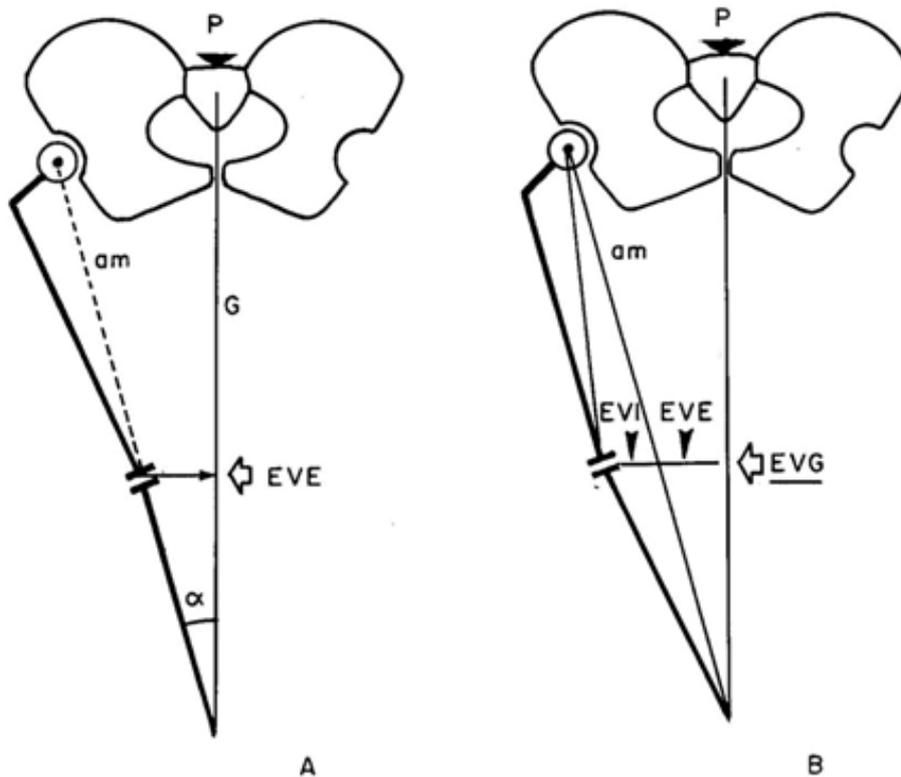


Figure 2 : l'écart varisant.

- Conséquences biomécaniques de l'existence de cet écart varisant :
 - Si le genou est normo-axé, en appui monopodal, le poids du corps passerait par le centre du genou, chaque plateau tibial subirait une charge égale à la moitié du corps.
 - Si un genou est varisé, en appui monopodal, le plateau tibial interne serait en charge, le plateau tibial externe serait en décharge et inversement pour un genou valgusé.

Le but de l'ostéotomie est une réaxation du membre inférieur à 3 degrés de valgus (angle HKA à 183°) en moyenne.

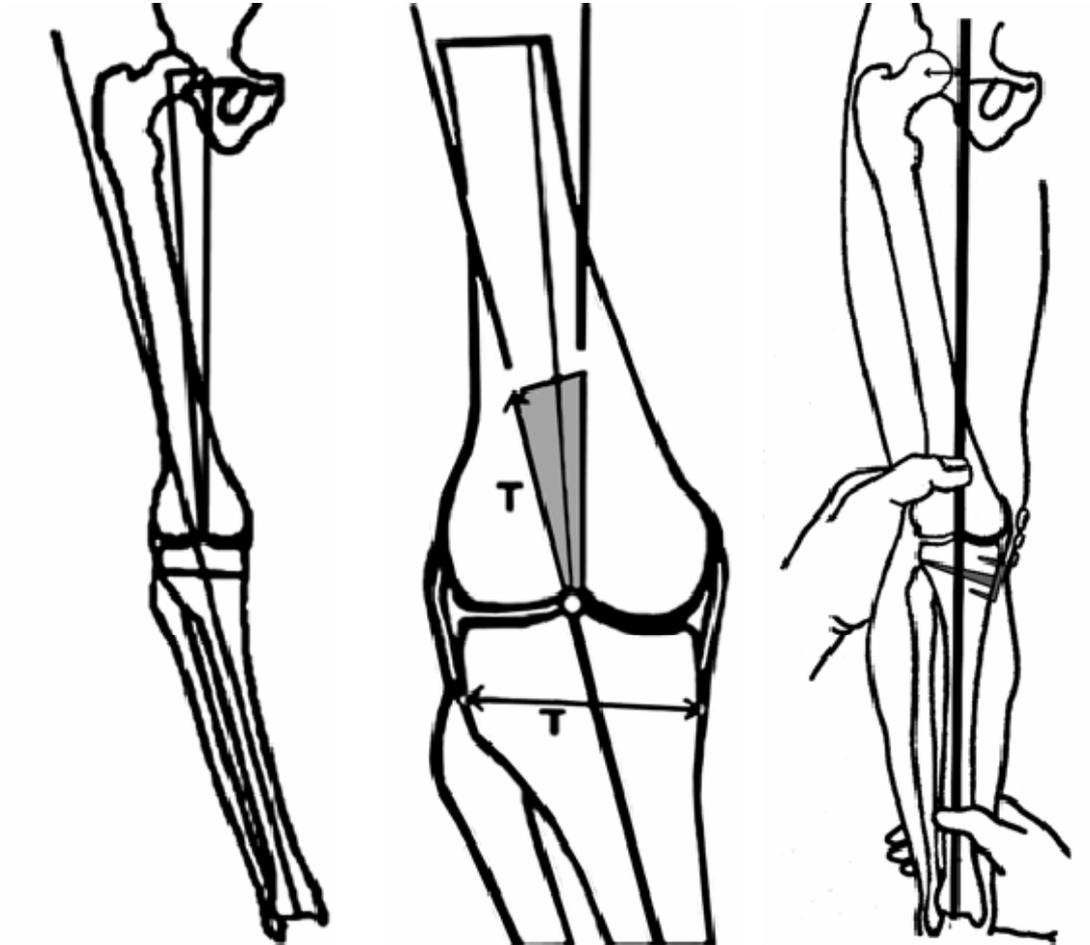


Figure 3 : le but de l'ostéotomie est une hyper correction en valgus.

LES OSTEOTOMIES 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 :

1. Ostéotomie tibiale curviplane (Fig. 4 ; 5):

C'est une ostéotomie en dôme pratiquée par Jackson et Waugh[6] (1961). Le siège de l'ostéotomie est métaphysaire supérieur à concavité supérieure, passant sous la tubérosité tibiale antérieure.

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.



Fig.4 : A : Ostéotomie curviplane avec une plaque « col de cygne » et une ostéotomie de péroné au niveau du col. B : l'ostéotomie peut être réalisée aussi au tiers moyen

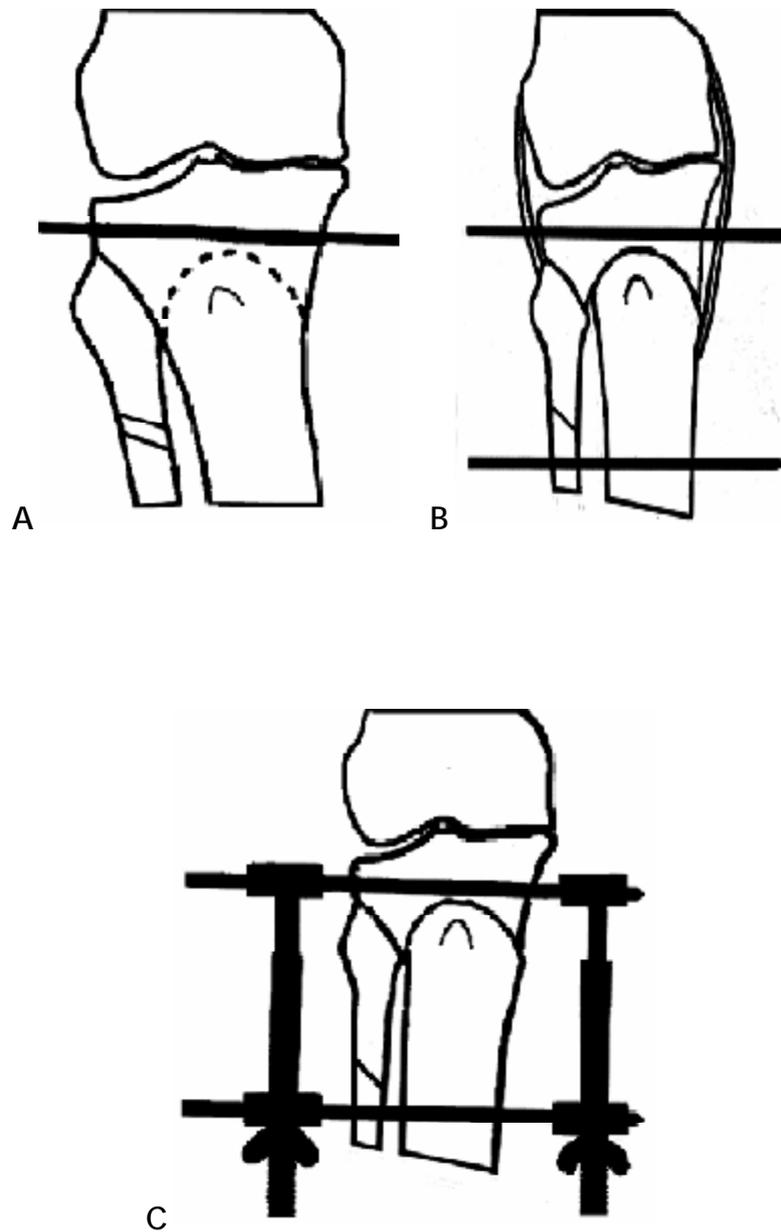


Figure 5: Ostéotomie curviplane de Blaimont. A : Une broche est placée perpendiculairement au futur axe mécanique. B : l'ostéotomie curviplane est pratiquée avec une succession de traits fins réalisés avec des ciseaux minces et étroits et l'ostéotomie du péroné est bas située. C : Une deuxième broche est mise en place dans la diaphyse Parallèlement à la première, puis mise en compression du foyer avec un fixateur en cadre de Charnley. (d'après Lerat)

2. Ostéotomie tibiale cunéiforme de fermeture externe (Fig.6) :

Effectuée dès 1957 (Gariépy) [7] et popularisée par Coventry [8] en 1965. 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 ou plaque en T. 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.

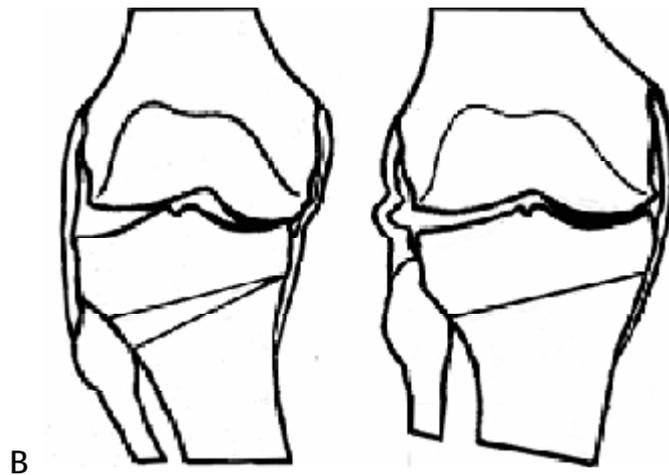
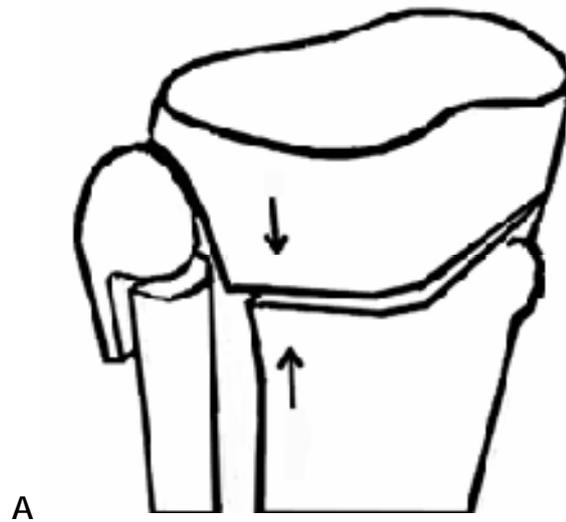


Figure 6 : A: Ostéotomie au col du péroné avec une bonne stabilité grâce à un trait oblique en haut et en dedans et à la conservation de la corticale du fragment proximal. B : La désarticulation péronéo tibiale supérieure a l'inconvénient de détendre le ligament latéral et le tendon du biceps qui sont des éléments importants dans le contrôle du varus.

3. Ostéotomies tibiales d'ouverture interne :

3.1. Ostéotomie d'ouverture progressive :

Elle est issue des techniques d'allongement des membres, elle a été décrite par Perusi [9]. 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.

La technique est simple, on s'affranchit des problèmes liés à un comblement.

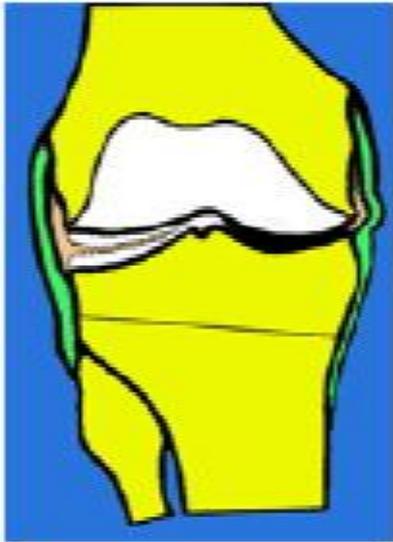
3.2. Ostéotomie tibiale cunéiforme d'addition avec comblement (Fig.7):

Ce type d'ostéotomie est peu rapporté dans la littérature (Cauchoix et Duparc [4], Debeyre et Artigou [3], Goutallier [10]).

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 tubérositaire, 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.

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.

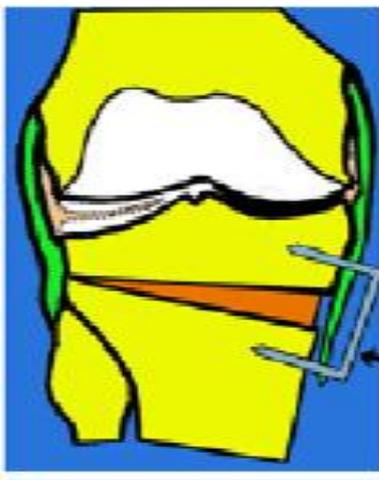
Cependant on peut voir des allongements de membres, des retards de consolidation, des pertes de correction par tassement, des modifications de la pente tibiale.



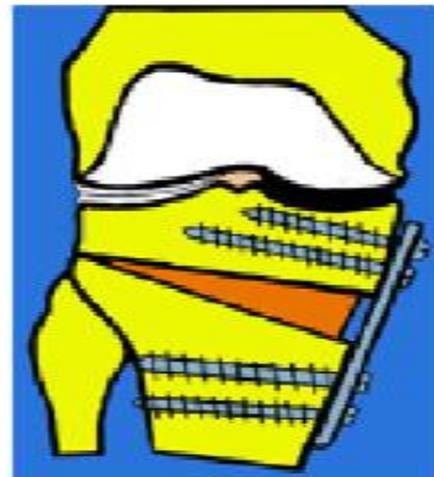
A



B



C



D



E

Figure 7 : A : trait d'ostéotomie. B : ouverture du site d'ostéotomie à l'aide d'un écarteur. C : comblement et stabilisation par agrafe. D : stabilisation par plaque. E : radiographie post opératoire et après consolidation.

3.3. Ostéotomie tibiale cunéiforme d'ouverture sans comblement (Fig.8) :

C'est la technique que nous avons étudiée dans ce travail. Cette intervention est maintenant possible grâce aux nouveaux matériaux, notamment les plaques avec verrouillages des vis. L'intervention telle que nous l'avons réalisée sera exposée dans le chapitre méthode.

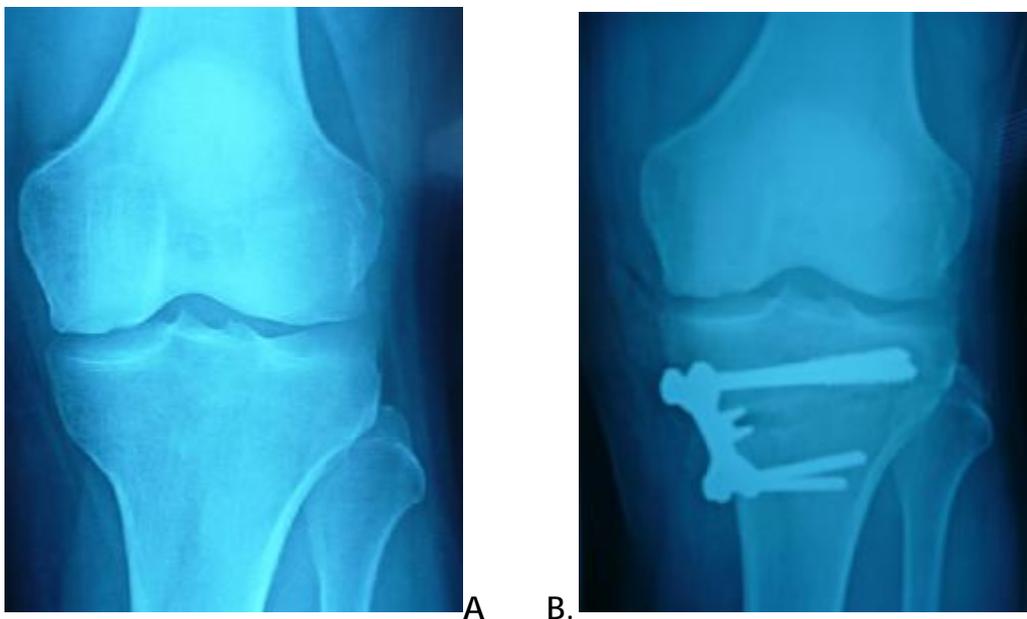


Figure 8 : A : gonarthrose FT interne de face. B : Radiographie de profil.

Matériel et méthodes

Il s'agit d'une étude prospective réalisée au sein du service de chirurgie ostéoarticulaire B4 du CHU Hassan II à Fès concernant 30 malades opérés pour gonarthrose fémoro-tibiale interne sur genu varum entre février 2009 et avril 2010.

La consolidation a été appréciée sur des radiographies de contrôle, la fonction du genou a été évaluée selon le score IKS.

1. sélection des patients :

1.1. Les 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°.

On a utilisée la même technique chirurgicale, la stabilisation est réalisée par une plaque à laquelle est appendue un spacer métallique se callant dans l'ouverture.

1.2. Les critères d'exclusion :

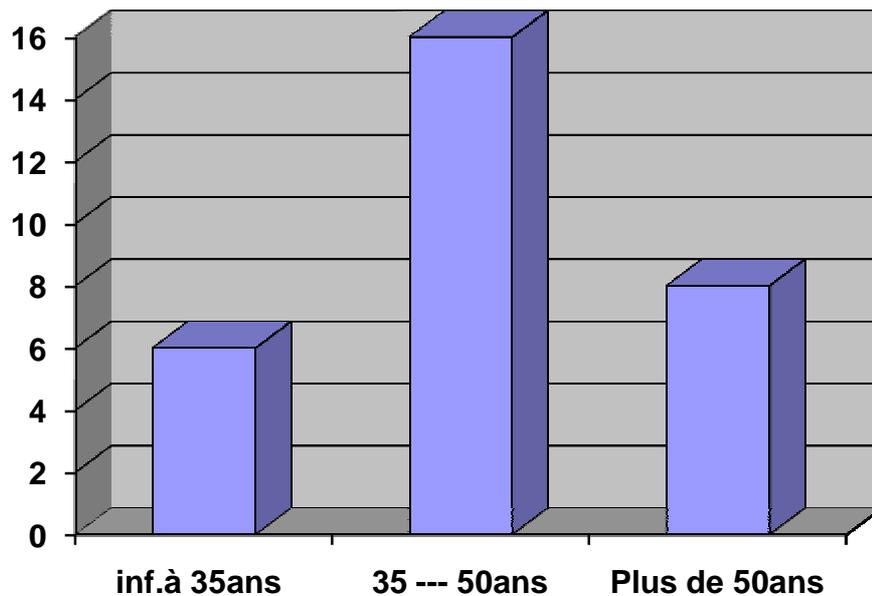
- L'enfant.
- Antécédent d'infection locale.
- Les déviations extrêmes de plus de 20°.
- Les genoux raides.

2. la série :

2.1. Les données épidémiologiques :

A. l'âge :

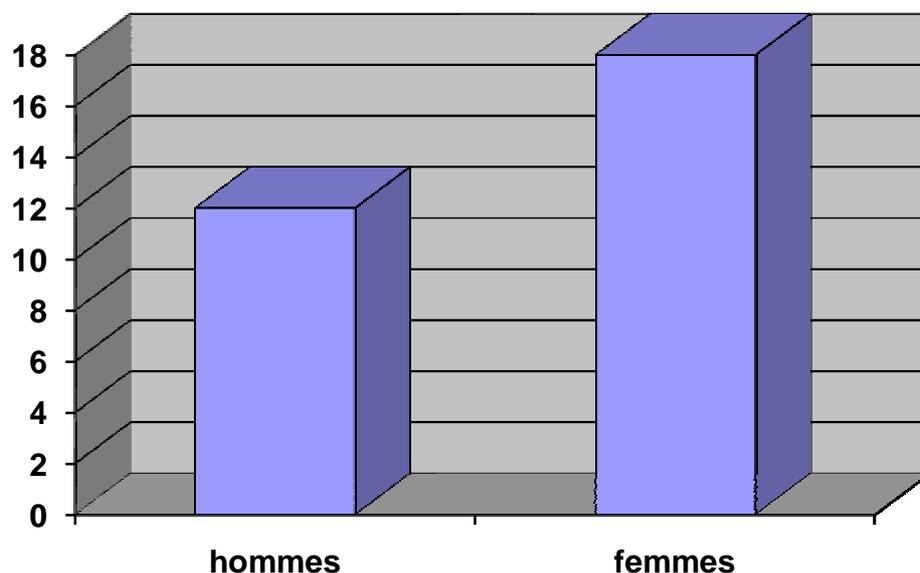
L'âge moyen de nos patients est de 51,7 ans avec des extrêmes entre 22 et 60 ans.



Graphique 1 : répartition des malades selon l'âge.

B. le sexe :

On note une prédominance féminine avec un sexe ratio 2H/3F. (66% des femmes).



Graphique 2 : répartition des malades selon le sexe.

C. Le poids :

Le poids moyen est de 70 Kg.

D. mode de vie :

Tous les patients étaient autonomes.

E. l'étiologie de la gonarthrose médiale :

Genu varum constitutionnel.



Morphotype en genu varum.

2.2. Les résultats de l'examen clinique :

A. score genou :

- IKS examen :

Mobilité du genou : genoux raides exclus : 25/25.

Douleur : 15/50.

Pas de laxité antéro-postérieure. 10/10.

Laxité médio-latérale. 13/15.

- IKS examen total : 63/100

B. Le score fonction :

- Marche 35/50.
- Les escaliers 40/50.
- Le score fonction global : 75/100.

C. le score IKS global :

Le score IKS global était : 138.

2.3. Les données radiologiques :

A. La classification de la gonarthrose :

La gonarthrose a été classée selon la classification d'Ahlback [11] :

- Stade I : préarthrose, abrasion en miroir des surfaces articulaires mais sans mise à nu de l'os sous chondral.

Il correspond à un pincement d'environ 50%.

- Stade II : pincement entre 50 et 100%, avec usure limitée.
- Stade III : cupule d'environ 5mm.
- Stade IV : cupule de 10mm.

Ainsi on a trouvé :

- un stade I chez 16 patients (53,33%).
- Un stade II chez 12 patients (40%).
- Un stade III dans Deux cas (6,67%).



Stade I



stade II



stade III

B. La déviation angulaire :

Mesuré sur des pangonograme.

La déviation globale moyenne est 10° ($5 - 20^{\circ}$).



Morphotype en genu varum pangonograme : HKA= $172,5^{\circ}$.

3. l'intervention chirurgicale :

3.1. Installation (Figure 9 ; 10) :

L'intervention est réalisée sur un patient en décubitus dorsal, sous rachianesthésie, garrot pneumatique à la racine de la cuisse, un petit coussin est placé sous la fesse du coté opéré pour neutraliser la rotation externe, l'amplificateur de brillance est placé du coté opposé.



Figure 9 : Installation du malade.



Figure 10 : Le scope est placé du coté opposé

3.2. Voie d'abord :

Incision verticale à la face antéro-interne du tibia (Fig.11), elle débute un petit peu en bas de l'interligne articulaire et descend 5 cm sous la TTA. On décolle tout le plan ligamentaire interne pour exposer la face interne du tibia. Un écarteur contre coudé peut être placé à la face postérieure du tibia (Fig.12). En avant on dégage la face profonde du tendon rotulien jusqu'à son insertion tibiale et il sera protégé pendant le reste de l'intervention par un écarteur de Faraboeuf.



Figure11 : Incision cutanée

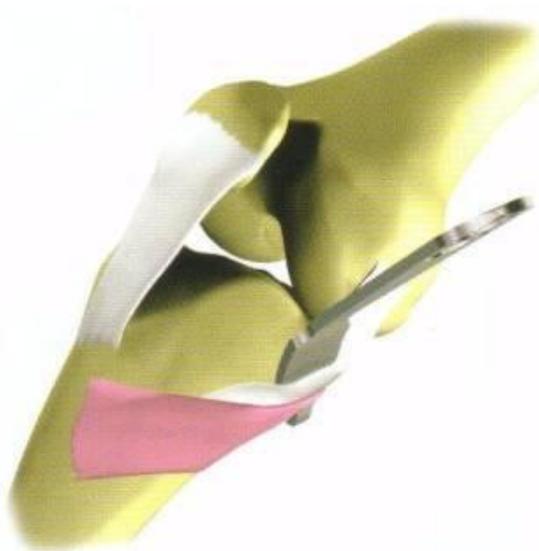


Figure12 : protection du LLI [12]

3.3. L'ostéotomie tibiale :

Il s'agit d'une ostéotomie sus tubérositaire, débutant à 4 cm sous l'interligne. Le trait est légèrement ascendant dirigé vers l'extrémité supérieure du péroné, le positionnement de la broche est contrôlé par l'amplificateur de brillance (Fig.13).

Le trait passe juste au dessus de la TTA. L'ostéotomie est effectuée à la scie oscillante ou au ciseau frappé.

L'ouverture du site d'ostéotomie est réalisée à l'aide de 2 ciseaux à os introduits le long de la lame de scie remise en place (Fig.14). 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 pré opératoire).

Par la suite, l'ouverture est maintenue par un écarteur de type Méary ou des cales spéciales placées à la partie postéro médiane du coin de l'ostéotomie tout en réalisant un valgus forcé, on vise une hypercorrection de 5° (Fig.15).

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



Figure 13: mise de broche sous contrôle scopique.



Figure14 : ouverture du site d'ostéotomie.



Figure 15 : m.e.p du Méary.



Figure 16 : écarteur de Méary et des cales.

3.4. La stabilisation :

Est faite à l'aide d'une plaque type ALPHA de chez AMPLITUDE, 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 (Fig.17 ;18).

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.

Il n'y a pas d'ostéointégration sur la plaque, ni phénomènes inflammatoires.

Elle coûte : 2500 dh (250 euros).

La fermeture est faite plan par plan.

Le membre est mis dans une genouillère postérieure.



Figure 17 : fixation de la plaque.



Figure 18 : contrôle sous amplificateur de la plaque et la position des vis.

3.5. Le comblement :

Dans notre technique, on réalise un curetage de l'os spongieux des surfaces de l'ostéotomie pour combler le site d'ostéotomie, sans utilisation d'aucun substitut osseux.

3.6. Les suites post-opératoire :

La kinésithérapie est débutée : réveil quadricipital et verrouillage du genou ; mobilisation et récupération des amplitudes articulaires. L'appui sous la forme d'un pas contact est autorisé, protégé par une paire de cannes anglaises et une genouillère cruro pédieuse. L'attelle est retirée à quinze jours et l'appui sous forme de pas contact est autorisé pendant six semaines.

Une remise en charge complète sur le membre inférieur opéré est progressivement obtenue en quatre à six semaines.

4. Le suivi :

Les malades ont été suivis de façon régulière en consultation chaque 2 semaines, la surveillance était :

A. clinique :

- la douleur.
- Les complications immédiates.
- La reprise de l'appui.
- Le score IKS.
- La satisfaction subjective au plus grand recul.

B. radiologique :

- appréciation de la consolidation osseuse.
- La morphologie de l'interligne.
- Les signes de la gonarthrose.
- La perte de la correction.

RESULTATS

1. les méthodes d'évaluation :

L'efficacité et la tolérance du matériel d'ostéosynthèse utilisé, on a pris en considération l'examen clinique et l'étude radiologique.

1.1. Le délai de consolidation :

La consolidation du trait d'ostéotomie obéit aux principes de réparation osseuse normale et au principe de réparation osseuse dans le cadre d'une ostéosynthèse.

Sur le versant latéral de l'ostéotomie, un manchon fibreux qui correspond à un cal périostéose forme car le périoste reste continu. Sur les radiographies, le cal osseux postéro latéral est nettement visible.

Sur le versant médial et la largeur du trait d'ostéotomie, la réparation s'effectue essentiellement par le cal médullaire, compte tenu de la persistance d'un espace inter fragmentaire.

La consolidation osseuse a été appréciée par la disparition progressive du trait d'ostéotomie tibiale et l'apparition de travées osseuses pontant l'espace inter fragmentaire. L'ostéotomie est considérée comme solide si le comblement du foyer est de 40 à 60% et si le patient ne présente plus de douleur en appui monopodal en regard du foyer d'ouverture tibial.

1.2. La correction angulaire du membre inférieur :

En comparant l'angle HKA avant et après l'acte chirurgical.

1.3. La hauteur de l'interligne articulaire.

1.4. La pente tibiale :

C'est l'angle mesuré entre la perpendiculaire à la tangente de la corticale postérieure du tibia et l'axe antéro-postérieur du plateau tibial interne.

1.5. Le délai de remise en charge.

La durée écoulée entre l'intervention et l'ablation de toute aide de déambulation.

1.6. L'encombrement du matériel :

Les malades ont été classés en trois catégories : ostéosynthèse oubliée ; gêne ; douleur en regard de la plaque.

1.7. Les complications :

- rupture de la charnière externe.
- Fracture du plateau tibial.
- Retard de consolidation.
- Pseudarthrose.

2. les résultats :

2.1. La durée de l'intervention :

La durée moyenne de l'intervention est de 25 min, ce délai relativement court car le geste est réduit sans prélèvement de greffon iliaque ni adjonction de substituts osseux.

2.2. Les complications per- opératoires :

On a eu :

- une rupture de la charnière externe dans 2 cas (7%).
- Un trait de refont au plateau tibial externe dans 1 cas.

2.3. Résultats cliniques :

On a noté un hématome post opératoire, il n'y a pas eu d'infection, ni complication thromboembolique.

A. remise en charge :

La remise en charge en fonction des contrôles radiologiques en moyenne à 8 semaines.

B. La reprise d'activité :

La reprise du travail et des activités habituelles en moyenne à 12 semaines.

C. L'encombrement du matériel :

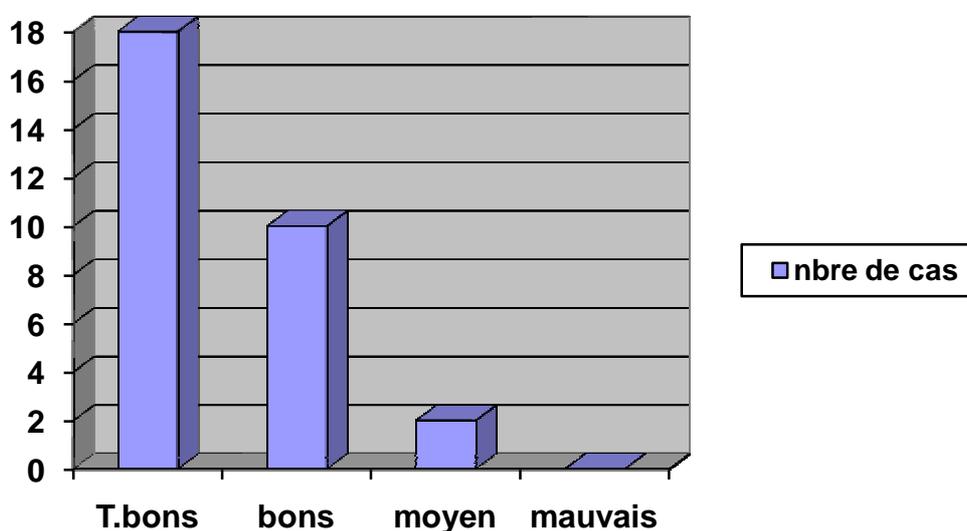
Tous nos malades ont été classés : matériel d'ostéosynthèse oublié.

D. Le score IKS global :

On noté une nette amélioration de la douleur avec de bons résultats fonctionnels, le score IKS global est passé à 180.

E. Le degré de satisfaction :

Après un recul moyen de 14 mois, les résultats fonctionnels ont été évalués selon la classification du groupe Guepar [13], ils étaient bons et très bon dans 90% des cas.



Graphique 3 : Résultats fonctionnels.

Tableau I : classification du groupe Guepar :

	douleur	Mobilité en flexion	instabilité
Très bon	aucune	Plus 110°	aucune
bon	modérée	90° - 109°	modérée
moyen	importante	60° - 89°	importante
mauvais	permanente	Inf à 60°	permanente

2.4. Les résultats radiologiques :

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.

2.5. Le délai de consolidation :

Pour apprécier les délais de consolidation certains auteurs ont proposé un index radiologique de comblement du trait d'ostéotomie.

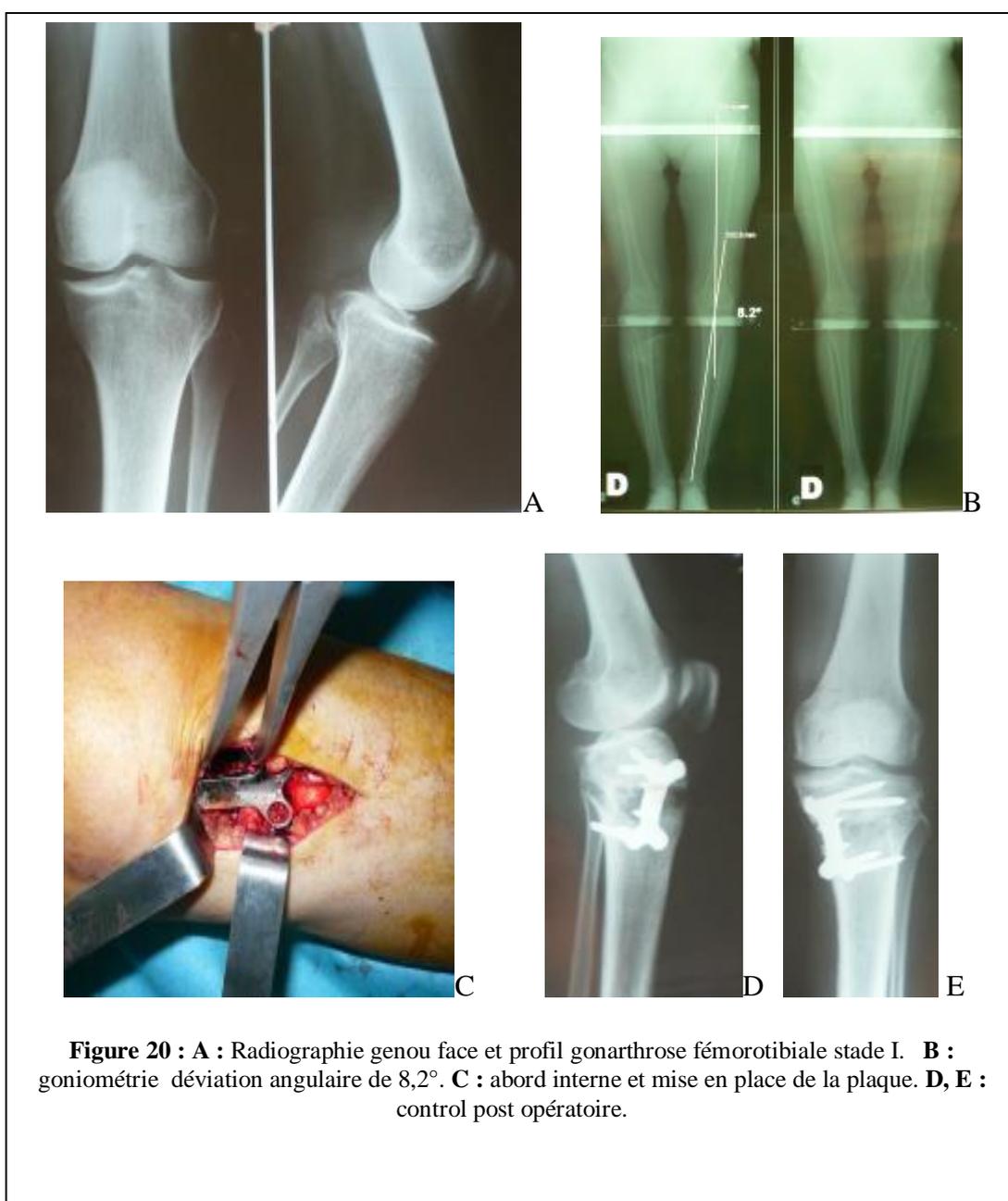
Sur un cliché de face numérisé, à l'aide d'un outil informatique, on réalise un triangle dont les côtés épousent les berges et le coin de l'ostéotomie (Fig.19). Cette surface triangulaire est alors divisée en 5 zones de taille identique. Les aires sont numérotées de 1 à 5 en partant de la corticale latérale. Les aires correspondent chacune à 20% de comblement du trait de l'ostéotomie. C'est une approximation qui correspond à la projection de la surface triangulaire 3D d'une coupe anatomique de tibia proximal à sa jonction métaphyso-épiphysaire sur un plan (le film de la radiographie).



Figure 19 : application pratique, consolidation estimée en zone 3 [12]

Le comblement (disparition puis densification du trait d'ostéotomie) et sa progression sont suivis à chaque bilan radiographique.

Chez nos malade le délai de consolidation a été apprécié sur des radiographies successifs à 15 jrs d'intervalle, la consolidation a été obtenue en moyenne à la 12^{ème} semaine, un patient a consolidé au 4^{ème} mois, aucun cas de pseudarthrose n a été noté.





A



B



C



D

Figure 2 : A, B : radiographie de face et de profil montrant une gonarthrose Fémoro-tibiale médiale stade II. C, D : consolidation à 2mois.

DISCUSSION

Dans le traitement des gonarthroses uni-compartmentales, les ostéotomies tibiales proximales de réaxation ont fait la preuve de leur efficacité, appuyées par de nombreuses séries de la littérature.

Les indications sont maintenant bien reconnues, et C. Vielpeau lors du symposium de la SOFCOT de 1991, avait dressé le portrait robot de la gonarthrose fémoro-tibiale interne à ostéotomiser [14]:

- sujet jeune.
- arthrose de stade I ou II, selon la classification d'Ahlbäck.
- gonarthrose unicompartmentale pure.
- varus constitutionnel.

Comme de nombreux auteurs, on a privilégié l'ostéotomie d'ouverture interne pour les raisons suivantes :

- Les résultats cliniques équivalents voir meilleurs par rapport à l'ostéotomie de soustraction externe selon certains auteurs.
- Meilleure précision dans la correction pour les ouvertures.
- La simplicité et la sûreté de la technique par rapport aux ostéotomies curviplanes.
- Il n'y a pas de risque de lésion nerveuse, le risque de lésion du SPE est de 1,5% à 10% dans les fermetures externes.
- Les conditions d'une éventuelle reprise par PTG sont plus favorables en cas d'une ostéotomie d'ouverture médiale qu'une ostéotomie de fermeture latérale car cette dernière est responsable :
 - d'une réduction du capital osseux de l'extrémité supérieure du tibia.
 - Une diminution de la distance entre la TTA et l'interligne responsable de difficultés de luxation de la rotule lors de l'exposition.

- De problèmes de coupe tibiale en cas d'hyper correction car il y a souvent un defect du plateau tibial interne ce qui impose une greffe osseuse ou une cale interne.
- De conflits entre la quille de la pièce tibiale prothétique et la corticale tibiale latérale car il y a souvent une médialisation relative de la diaphyse par rapport à l'épiphyse.

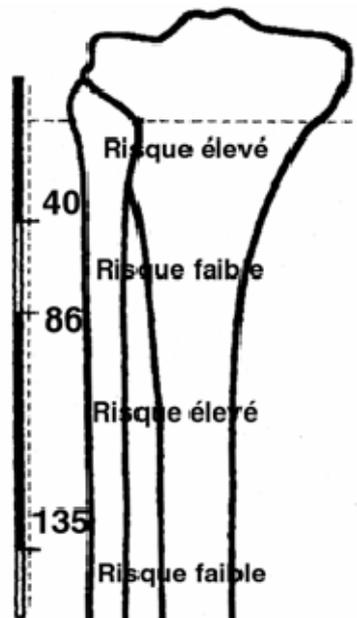


Figure 20 : L'ostéotomie du péroné présente des niveaux de risques élevés ou faibles en fonction de la situation du trait.

Les partisans de l'addition interne sont confrontés au problème de comblement du site d'ostéotomie. Ce comblement est assuré classiquement par un greffon cortico-spongieux de la crête iliaque homolatérale, si cette technique permet d'obtenir un os d'excellente qualité, elle présente plusieurs inconvénients qui se rajoutent à ceux de l'ostéotomie :

- prolongation de la durée opératoire.
- Prélèvement douloureux.
- Diminution du capital osseux.
- Préjudice esthétique.

Ces problèmes ont contribué au développement des substituts osseux en chirurgie orthopédique.

1. Les résultats cliniques :

A. les scores cliniques :

Nos résultats confirme l'efficacité des OTV sur les douleurs ainsi les scores genou et fonction contenus dans le score global IKS (International knee Society) sont nettement améliorés.

Nous n'avons pas trouvé de lien statistiques entre les scores obtenus et le degré de satisfaction des patients.

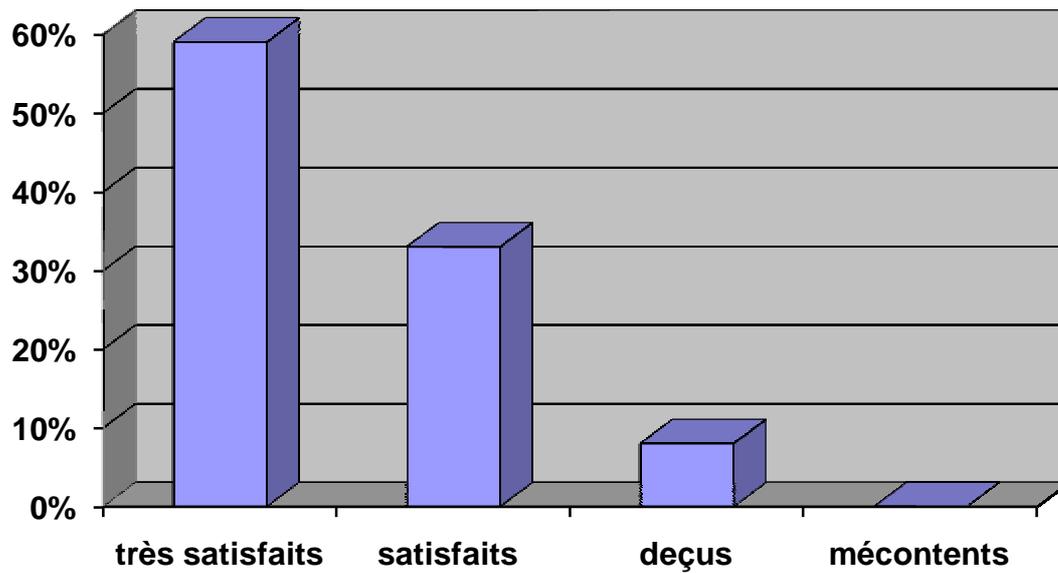
Les douleurs sont diminuées ou disparaissent dans les suites de l'intervention quelque soit la correction axiale obtenue, cette amélioration clinique est à mettre sue le compte de l'orage vasculaire qui suit le geste chirurgical avec le processus inflammatoire de réparation et l'apport de très grand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

- Le périmètre de marche augmente.
- Les activités sont reprises à un niveau identique ou supérieur.

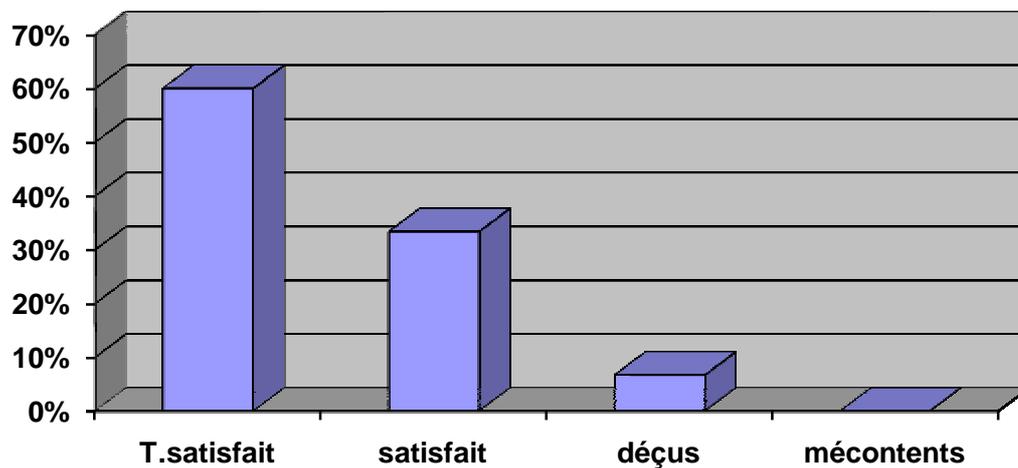
Nos résultats fonctionnels sont équivalents aux résultats publiés.

Le degré de satisfaction est un des éléments subjectifs dans cette étude, avec 90% de patients satisfait ou très satisfait, nous nous situons dans la moyenne haute des bons résultats attendus dans les cinq premières années qui suivent une ostéotomie de valgisation (Hernigou [15]).

Pout T.Brosset [12], 92% des patients sont satisfaits à très satisfaits.



Graphique4 : Degré de satisfaction pour la série de T.Brosset



Graphique 4 : Degré de satisfaction dans notre série.

B. l'encombrement du matériel :

Dans la série de T. BROSSET [12] L'encombrement lié au matériel, la position de la plaque sont des sources de douleurs et de gênes pour 35,3% des patients et ont conduit à une ablation de la plaque dans 12 cas (5 patients douloureux et 7 patients gênés).

Ceci est la conséquence soit d'un mauvais positionnement pendant l'intervention avec un mauvais contrôle du plan antéro postérieur diaphysaire lors du verrouillage de la plaque, soit d'une disposition anatomique constitutionnelle avec une largeur de la diaphyse tibiale trop étroite.

Ce problème est lié au dessin de la plaque, son épaisseur et sa longueur, dans notre série la plaque qu'on utilise et moins encombrante avec un jeu de vis limité, elle est moins agressive pour les parties molles.

C. la remise en charge :

La remise en charge dépend de la qualité de l'ostéosynthèse et du type d'ostéotomie, nos patients déambulent librement, en appui complet en moyenne après 8 semaines, la marche était alors acquise sans l'aide de cannes anglaises.

Ce délai est comparable à d'autres études. Werner (OTV par fermeture externe) autorise un appui de 30% en post opératoire immédiat qu'il augmente chaque semaine jusqu'à obtenir un appui complet vers 6 semaines. Hernigou [15] (addition interne) autorise un appui complet à partir de 6 semaines.

D. Les complications :

Les complications précoces et secondaires sont relativement rares dans les Ostéotomies d'addition interne quelque soit le type de comblement.

L'absence de comblement réduit encore plus le risque de survenu de ces complication par réduction du temps opératoire, il n'y a pas de prélèvement osseux au niveau de la crête iliaque et la non utilisation de substances synthétiques réduit le risque d'iatrogénicité.

Elles n'ont pas eu de conséquence d'un point vu clinique ou radiologique.

Le caractère auto stable de la plaque a joué pleinement son rôle pour les 2 ruptures de la charnière latérale. Il n'y a pas eu de perte de correction. Ce type de complication montre l'efficacité du matériel et de la résistance du manchon que constitue le ligament tibio-fibulaire proximal. Ces résultats tendent à montrer qu'il n'est pas nécessaire avec cette technique d'utiliser une cale mécaniquement résistante comme coin de comblement ainsi que l'ont préconisé Debeyre et Artigou [3].

En ce qui concerne les fractures osseuses per opératoires, hormis ces ruptures de corticale latérale, nous avons eu un cas de refond vers le plateau tibial externe. Les fractures des plateaux sont observées dans la plupart des séries (14% pour Descamps, 5% pour Hernigou [15], 6% pour Goulon [16]).

Les deux troubles neurologiques peuvent se manifester sous formes de dysesthésies au niveau de la cicatrice opératoire et irradient légèrement en dessous. Ils sont la conséquence d'une lésion d'une branche superficielle du nerf saphène médial. D'après Staubli [17], ce type de complication peut être prévenu par une

dissection plus précise du tissu cellulo-graisseux lors de l'abord chirurgical. Nous n'avons déploré aucune lésion neurologique.

Un hématome est survenu, alors que ceux-ci sont spécifiquement recherchés en fin d'intervention au niveau du foyer d'ostéotomie. Dans l'étude de Weltzer [18] deux hématomes sur 35 genoux opérés par addition interne avec une cale céramique ont été colligés.

La cicatrisation de la plaie opératoire a toujours été obtenue. Nous n'avons pas constaté de nécrose tissulaire même superficielle ou de désunion. Le problème cutané est pourtant bien présent dans la littérature. Lerat³¹ rapporte dans la conférence d'enseignement de la SOFCOT en 2000 : 4,6% dans les ostéotomies de fermeture avec lame plaque et 12,5% pour les ouvertures.

La vascularisation cutanée est probablement préservée du fait de l'incision horizontale. La tension cutanée est mieux répartie, la cicatrice opératoire se situant le plus souvent en regard de la portion de plaque dépourvue de vis. Le matériel n'est pas dans le prolongement de la cicatrice comme il le serait avec une incision médiale et verticale

Tableau II : complications selon le type de coins utilisée.

Type d'OTV	Lésion nerveuse	Accident thrombo-embolique	infection
OTV interne avec cale au ciment [16]	0	0	2cas (4%)
OTV interne avec coin de phosphate tricalcique [19]	0	0	1cas (2%)
OTV interne avec cale en céramique biphasée [20]	0	0	0
OTV interne avec céramique d'alumine poreuse [21]	0	0	0
OTV sans comblement [12]	0	0	0
Notre série	0	0	0

2. les résultats radiologiques :

1.1 Evaluation de la correction :

L'hypercorrection en valgus est nécessaire dans les ostéotomies pour gonarthrose interne (Coventry [22], Maquet [23], Thomine [5]). En fonction des résultats obtenus à moyen ou à long terme, la valeur du genu valgum à réaliser varie selon les auteurs: cinq degrés pour Aglietti et Rinonapoli [24], quatre degrés pour Vainionpaa [25], deux à quatre degrés pour Phillips et Krackow [26] ainsi que pour Lootvoet [27] 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 [15], 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 (Segal P) [28].

L'hypercorrection, si elle est nécessaire d'un point de vue mécanique, doit être adaptée. Un valgus de six degrés est disgracieux, surtout chez une femme. Il peut être visuellement majoré par une adiposité importante de la face interne et distale de la cuisse. La marche peut être rendue difficile. Il n'est pas utile de dépasser six degrés, ce qui constitue pour la plupart des auteurs la limite supérieure tolérable sur le plan esthétique et sur le plan fonctionnel et pour préserver l'avenir du compartiment externe.

Pour notre part, nous avons choisi pour objectif une correction en valgus de 3° à 6° avec plus 6 que 3. Ce choix s'appuie sur les données de la littérature. Une correction inférieure à trois degrés expose à la récurrence du varus avant 10 ans. Pour Hernigou, il sera toujours possible, sur une arthrose restée uni-compartmentale, de faire une nouvelle ostéotomie, laissant espérer une stabilisation longue. Pour Lerat [29], trois à quatre degrés sont le but à atteindre dans la majorité des cas, mais on peut moduler en fonction de l'âge, du poids et de l'activité.

Dans notre série deux patients étaient hypo-correctés, il avait des déviations angulaires importantes 18° et 20° l'hypo-correction était 2° et 8° respectivement. L'hypercorrection aurait supposé une grande ouverture interne avec risque de rompre la charnière externe et augmente le risque de pseudarthrose, les deux patients sont satisfaits au dernier recul.

Lootvoet [27] 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. Pour Descamps et Schuster (Abisset-Bouvier) [30], malgré une technique rigoureuse et une ostéosynthèse par lame-plaque « col de cygne », 19% étaient insuffisamment corrigés (<3°) dont 14,5% étaient en varus ; 68% seulement avaient la correction souhaitée (entre trois et six degrés) et 13% étaient trop corrigés.

Langlais et Vielpeau [31] avec la même technique d'ostéotomie de fermeture, décrivaient 45 cas sur 135 (33%) toujours en varus ou en rectitude et seulement 44 cas (32,5%) à trois degrés ou plus de valgus postopératoire.

Même avec une ouverture interne, procédé réputé plus précis, Hernigou notait que 25% des genoux étaient en dehors de la correction souhaitée, de trois à six degrés.

Le calcul de la correction angulaire et sa réalisation pratique sont difficiles car il faut prendre en compte de nombreux facteurs.

Chaque genou arthrosique est unique dans sa déformation osseuse, sa balance ligamentaire.

Plusieurs imprécisions sont à prendre en considération.

- L'analyse radiographique du genu varum avec un pangonogramme en charge uni ou bipodal, la rotation du membre inférieur, un éventuel flexum sont autant de sources d'erreur dans la planification de la goniométrie (Lerat).

- L'ostéotomie de valgisation par ouverture ou fermeture est réalisée sous le centre de rotation du genou (ce n'est pas le cas pour les ostéotomies en dôme). De ce fait pour Descamps, dans le cadre d'une ostéotomie supra tubérositaire, la correction sera sous estimée de 1,3° à 2,6°.
- La transformation d'un angle en une distance comme la hauteur du coin d'ostéotomie n'est pas aisée. Elle a conduit Hernigou et Goutallier à créer une modélisation mathématique de l'ostéotomie d'ouverture et des tables de correction. Il faut mesurer la largeur du tibia au niveau du trait d'ostéotomie, soit sur des radiographies pré opératoires, soit pendant l'intervention.
- Il reste le problème de la charnière autour de laquelle va tourner l'ostéotomie. En effet, idéalement, elle doit être placée au niveau de la corticale latérale. Mais on risque alors de trop la fragiliser, et d'aboutir à une rupture, avec pour conséquence une instabilité de l'ostéotomie et une perte de correction secondaire.
- Les moyens disponibles pour contrôler le geste chirurgical sont relativement artisanaux et utilisent l'amplificateur de brillance ou des radiographies itératives. Lerat utilisent une tige en métal ; nous utilisons comme Bonnevalle, un cordon de bistouri électrique.

Néanmoins pour obtenir avec exactitude la mesure de l'axe du membre inférieur et de la correction à apporter, on doit définir le centre de rotation du fémur, du genou et de la cheville. Actuellement, seule la chirurgie assistée par ordinateur est capable de nous donner de façon fiable ces informations et elle constitue un gage de réussite dans cette intervention.



A

B

C

Figure 21: A : genu varum à 20°. B : OTV interne sans comblement. C : hypocorrection à 8°.

1.2 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 série sans comblement retrouve une consolidation à 12vsemaine en moyenne.

Dans les ostéotomies par addition médiale, le délai de consolidation pour Hernigou et Goutallier [16], est supérieur ou égal à trois mois avec une cale de ciment. Il est pour Bonnevalle [19], de trois mois en moyenne et correspond à un comblement de la métaphyse latérale du tibia, un substitut en phosphate tricalcique

macro poreux étant placé à la partie médiale de l'ostéotomie. Koshino [32] voit une trame osseuse continue dans le site d'ostéotomie à 4 mois et il utilise un comblement par hydroxyapatite poreuse (substitut céramique non résorbable).

Dans les ostéotomies par soustraction latérale, Abisset-Bouvier [30] 65,5% des genoux ont consolidé en 2 mois et 25,8% en 3 à 6 mois.

Le délai de consolidation peut paraître allongé si l'on considère les résultats obtenus dans les autres séries. Cette différence n'est peut-être pas si importante. En effet, les auteurs restent évasifs sur l'appréciation de la consolidation qui est essentiellement jugée d'un point de vue radiographique sans méthode particulière d'analyse de la consolidation du trait d'ostéotomie et sans aucune corrélation avec la clinique.

L'analyse en deux dimensions d'un phénomène tridimensionnel est toujours délicate. L'indice de consolidation adopté par Brosset [12] s'utilise comme un calque et peut être adapté à chaque radiographie. Son utilisation ne permet pas de s'affranchir des superpositions osseuses. Ceci est directement lié à la géométrie du tibia qui est grossièrement triangulaire et à l'inclinaison des rayons X par rapport au foyer d'ostéotomie. L'interprétation de la progression du cal osseux s'en trouve fragilisée. Le curetage de l'os spongieux in situ rend difficile son utilisation dans notre série.

La consolidation des traits d'ostéotomie dans cette série nous semble supérieure d'un point de vue qualitatif aux études qui utilisent une technique avec un comblement à l'aide de cales. En effet, à la fin du processus de consolidation, nous obtenons la formation d'une vraie corticale médiale. Cette néo-corticale

possède des propriétés physiques de solidité qui doivent être proches de la corticale native. Lorsqu'une ostéotomie est comblée à l'aide d'une cale, l'os consolide autour de la cale sans recréer de corticale et sans véritable stabilité mécanique.

L'absence de comblement permet de s'affranchir de l'utilisation d'une greffe osseuse autologue qui est prise bien souvent au dépend d'une crête iliaque antérieure et qui peut être responsable de douleurs importantes en post opératoire, d'une lésion du nerf fémoro cutané si l'incision est trop basse, d'hématomes.

3. Le coût :

Le prix de la plaque ALPHA* est équivalent à celui d'autres plaques concurrentes (2500dh /250 euro, 145 pour la TomoFix™, SYNTHES® contre 130 euro pour la Surfix™, Stryker® par exemple). Le surcoût est amorti par la non utilisation de cale en substitut osseux (exemples : cale Eurocer™, F.H.® = 192 euro ou cale ChronOs™, SYNTHES® = 205 euro).

Au total, l'ostéosynthèse telle que nous la réalisons, sans comblement du foyer d'ostéotomie, a un coût modéré et la différence avec les autres moyens de fixation interne n'excède pas 100 euro.

4. Les complications tardives :

L'absence de comblement par de l'os comparé à l'apport d'un substitut osseux ou inerte n'augmente pas le risque de pseudarthrose.

Dans chacune des publications parues et quelque soit la technique réalisée, il existe des échecs de consolidations de l'ostéotomie dans des proportions équivalentes.

Dans son article, Vainionpaa retrouve 14% de pseudarthrose pour des ostéotomies sous tubérositaires et 3,6% pour les ostéotomies supra tubérositaires. Goulon[33] note 2,4% de pseudarthrose avec des ostéotomies hautes d'addition (greffon d'os iliaque). Abisset-Bouvier expose 8,6% de retards de consolidation.

Dans la série de BROSSET utilisant une ostéotomie sans comblement a eu 3,9% des patients qui ont présenté un arrêt de consolidation.

Dans notre série un patient a consolidé au 4^{ème} mois, aucun cas de pseudarthrose n'a été noté.

CONCLUSION

Notre technique d'ostéotomie médiale tibiale haute de valgisation par ouverture, sans comblement, fixée par la plaque ALPHA* est compétitive. Elle peut faire partie de l'éventail des techniques existantes d'ostéotomie tibiale.

La consolidation d'une ostéotomie d'ouverture interne est possible en l'absence de comblement. Elle obéit aux principes biologiques de réparation osseuse. Elle est favorisée par une ostéosynthèse macroscopiquement stable.

La datation de la consolidation rejoint les autres séries.

L'utilisation de la plaque ALPHA* nous a donné une entière satisfaction, la stabilité primaire apportée par l'ostéosynthèse a permis une remise en charge précoce de nos patients.

RESUME

Le traitement chirurgical de l'arthrose fémoro-tibiale médiale par ostéotomie tibiale de valgisation est connu depuis longtemps. Son efficacité a été validée à court, moyen et long terme. L'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne est l'une des interventions les plus utilisées. Elle pose le problème du comblement du site d'ostéotomie.

But : évaluer les résultats anatomiques et fonctionnels de l'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne sans greffe ni substituts osseux à travers une étude rétrospective de 30 patients.

Il s'agit de 18 femmes et 12 hommes, Tous étaient autonomes et actifs. L'âge moyen est de 45 ans avec un score IKS calculé à 135. La gonarthrose essentiellement des stades I et II d'ahlback, la moyenne de déviation angulaire était 10° (5° à 20°). L'ostéotomie est fixée par une plaque ALPHA (AMPLITUDE). la consolidation a été obtenue en moyenne à la 12^{ème} semaine, il n'y a pas eu de pseudarthrose, les résultats fonctionnels ont été évalués selon la classification du groupe Guepar , ils étaient bons et très bon dans 90% bons.

L'absence de comblement du site d'ostéotomie par substitut osseux ou inerte n'a pas de retentissement sur le délai de consolidation et permet de se passer d'un matériel de comblement et donc des complications associées comme les non intégration pour les substituts osseux, les hématomes, les infections et la douleur pour les greffes autologues.

BIBLIOGRAPHIE

1. Merle d'Aubigné R, Ramadier J. Arthrose du genou et surcharge articulaire. *Acta Orthop Belg* 1961;27:365-71.
2. Judet R, Dupuis J, Honnard F, Furno P. Désaxations et arthrose du genou. Le genu varum de l'adulte. Indications thérapeutiques, résultats. *Chir Orthop* 1964;13:1-28.
3. Debeyre J, Artigou J. Résultats à distance de 260 ostéotomies tibiales pour déviations frontales du genou. *Rev Chir Orthop* 1972;58:335.
4. Cauchoix J, Duparc J, Lemoine A, Deburge A. L'ostéotomie dans les gonarthroses avec déviation angulaire dans le plan frontal. Résultats et indications thérapeutiques. *Rev Chir Orthop* 1968;54:343.
5. 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.
6. Jackson J, Waugh W. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 1961;43:746-51.
7. Garipey R. Genu varum treated by high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Br* 1964;46:783-4.
8. 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.

9. Perusi M, Baietta D, Pizzoli A. La correction chirurgicale du genu varum arthrosique par « l'hémicalotasis ». Rev Chir Orthop 1994;80:739-43.
10. 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.
11. Ahlback. S.osteoarthritis of the hnee. A radiographic investigation. Acta radiol 1968; suppl 277:1-72.
12. THOMAS BROSSET. Ostéotomies tibiales hautes de valgisation par ouverture médiale sans comblement. A propos de 51 cas. Thèse de médecine UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE-LILLE 2 FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG. 2006.
13. Bouharras M. F.Hoet, M.Watillon, J.Despontin, R.Geulette, P.Thomas, D.Parmentier. Devenir des osteotomies tibiales valgisantes pour arthrose fémoro-tibiale interne avec recul moyen de 8 ans. Acta orthopaedicaBelgica, vol -60-2-1994.
14. Jarry A, C.Hulet, S.Jambou, A.Pierre, D.Souquet,C.Vielpeau. modifications morphologiques du tibia après osteotomie de valgisation . Ann.Orthop.Ouest - 2004-36-93à106.
15. Hernigou P, Ma W. open wedge tibial osteotomy with acrylic bone cement as bone substitute. The Knee 2001;8:103-10.

16. 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.
17. Staubli A, 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.
18. Weltzer E. etude retrospective de 35 ostéotomies de valgisation par addition de cales en céramique. Thèse. Université de médecine. Lille 2004.
19. Bonneville P, Abid, P.Mansat, L.Verhaephe, D.Clement, M.Mansat steotomie tibiale de valgisation par addition mediale d'un coin de phosphate tricalcique. Technique dite miniinvasive. RCO-092002-88-5-0035'1040-101019-art7.
20. Lavallo F, Pascal-Mousselard H, cale en céramique biphasee et plaque à vis orientables verrouillees dans les valgisations tibiales par addition.rev chir orth 2001 ;87 ;835-41.
21. Bove JC.utilisation d'une cale en céramique d'alumine poreuse dans l'ostéotomie tibiale de valgisation par ouverture interne. Rev chir orthop 2002 ;88 ;480-5.
22. Coventry M, Ilstrup D, Wallrichs S. Proximal tibial osteotomy : a critical long-
23. Maquet P. Valgus osteotomy for osteoarthritis of the knee. Jnt Orthop 1976:120-43.

24. Aglietti P, Rinonapoli E, Stringa G, Taviani A. Tibial osteotomy for the varus osteoarthritic knee. *Clin Orthop* 1993;176:239-51.
25. Vainionpaa S, Laike E, Kirves P, Tiisanen 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.
26. 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.
27. Lootvoet L, Massinon A, Rossillon R. Ostéotomie tibiale haute de valgisation pour gonarthrose sur genu varum. A propos d'une série de 193 cas revus après 6 à 10 ans de recul *Rev Chir Orthop* 1993;79-5:375-84.
28. Segal P. les échecs dans les ostéotomies tibiales de valgisation pour gonarthrose. Symposium Sofcot. *Rev Chir Orthop* 1992 1992;78-suppl 1:85-125.
29. Lerat JL. Ostéotomies dans la gonarthrose. Conférences d'Enseignement 2000. Cahiers d'Enseignement de la Sofcot. Expansion Scientifique Française 2000;73:99-112.
30. Abisset-Bouvier C. Arthrose fémoro-tibiale interne sur genu valgum. Ostéotomie de valgisation selon Descamps, à propos de 327 cas. . Thèse, Université de Lille 2 1987.

31. Langais F, Thomazeau H, la prévention des erreurs angulaires dans les ostéotomies tibiales. Symposium de la SOFCOT. Rev chir réparatrice Appar Mot,78(1sup) :102-4,1992.

32. Koshino T, Tomihisa, Murase. Medial opening wedge high tibia osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartment osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg Am 2003;85-A(1):78-85.

33. Goulon R. Ostéotomies tibiales hautes de valgisation par addition interne pour gonarthrose axiale. résultats sur 81 genoux. Thèse. Université de médecine. Lille 1989.