



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة  
+٠٢٤٤٠١+ | +٠١٤١١٤+ A +٠٠٠٠٠+  
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2018

Thèse N° 190/18

# EVALUATION RADIOGRAPHIQUE DU POSITIONNEMENT DES TUNNELS LORS DE LA LIGAMENTOPLASTIE DU LCA

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 26/09/2018

PAR

Mme. EL HASSANI Fouziya  
Née le 02/03/1992 à Rissani

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

LCA – Ligamentoplastie – Radiographie standard

JURY

M. EL MRINI ABDELMAJID.....	PRÉSIDENT	
Professeur de Traumatologie –Orthopédie		
M. EL IDRISI MOHAMMED. ....	RAPPORTEUR	
Professeur agrégé de Traumatologie –Orthopédie		
M. EL IBRAHIMI ABDELHALIM.....	JUGES	
Professeur agrégé Traumatologie –Orthopédie		
M. EL BOUAZZAOUI ABDERRAHIM.....		
Professeur agrégé d'Anesthésie Réanimation		

# PLAN

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>6</b>
<b>ANATOMIE ET BIOMECHANIQUE</b> .....	<b>9</b>
<b>PATIENTS ET METHODES</b> .....	<b>20</b>
<b>RESULTATS</b> .....	<b>23</b>
I. Epidémiologie .....	24
1. Age .....	24
2. Sexe .....	25
3. Genou atteint .....	26
4. Activité professionnelle .....	27
5. Circonstance de l'accident .....	28
6. Mécanisme lésionnel.....	29
II. Etude clinique .....	30
1. Antécédents .....	30
2. Signes fonctionnels .....	30
3. Signes cliniques .....	31
III. Etude paraclinique .....	31
1. Bilan Radiologique .....	31
1.1. Radiographie standard .....	31
1.2. Arthrographie du genou .....	31
1.3. Arthroscanner .....	31
1.4. Imagerie par résonance magnétique .....	32
2. Arthroscopie diagnostique .....	35
IV. TRAITEMENT .....	36
1. Technique utilisée .....	36
2. Préparation et installation du patient .....	36
3. Type d'anesthésie .....	38
4. La voie d'abord .....	38
5. Prélèvement du greffon.....	39
6. Préparation du greffon .....	40
7. Exploration articulaire.....	41
8. Forage des tunnels .....	41
9. Positionnement et fixation du néo-ligament .....	43
10. Vérification de la stabilité en per opératoire .....	45
11. La fermeture .....	45
V. Evaluation clinique post opératoire .....	45
1. Scores fonctionnelles .....	45
2. Examen clinique .....	46

VI.	Evaluation radiographique post opératoire .....	48
A.	Radiographie standard.....	48
1.	Tunnel fémoral .....	48
a.	Incidence de face .....	48
b.	Incidence de profil .....	51
2.	Tunnel tibial .....	57
a.	Incidence de face .....	57
b.	Incidence de profil .....	59
VII.	Complications.....	66
<b>DISCUSSION</b>	<b>.....</b>	<b>68</b>
I.	Epidémiologie .....	69
1.	Age .....	69
2.	Sexe .....	69
3.	Côté atteint .....	70
4.	Etiologies .....	71
5.	Mécanisme de survenue .....	71
II.	Etude clinique .....	72
1.	Signes fonctionnels .....	72
2.	Examen physique .....	73
III.	Etude paraclinique .....	74
1.	Bilan Radiologique .....	74
1.1.	Radiographie standard .....	74
1.2.	L'imagerie par résonance magnétique (IRM).....	76
a.	Intéret .....	76
b.	Technique .....	76
c.	Résultats .....	77
1.3.	Arthrographie .....	83
1.4.	Arthroscanner .....	83
2.	Arthroscopie diagnostique.....	84
IV.	Traitement chirurgical .....	85
1.	Choix thérapeutiques .....	85
2.	Les voies d'abord arthroscopiques .....	87
3.	Ligamentoplastie utilisant le tendon rotulien sous contrôle arthroscopique : Kenneth Jones .....	87
4.	Avantages de l'arthroscopie .....	92
V.	Evaluation des ligamentoplasties.....	93
1.	Evaluation clinique.....	93

a. Scores fonctionnels.....	93
b. Résultats fonctionnels de la technique de K.J .....	94
2. Evaluation radiographique post opératoire .....	95
a. Radiographie standard.....	95
b. Tunnel fémoral .....	95
c. Tunnel tibial .....	100
3. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) .....	101
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>105</b>
<b>RESUMES .....</b>	<b>108</b>
<b>ANNEXE.....</b>	<b>114</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>126</b>

## Abréviations

<b>AOSSM</b>	: American Orthopedic Society for Sports Medicine
<b>AVP</b>	: accident de la voie public
<b>ESSKA</b>	: European Society for Sports traumatologyKneeSurgery and Arthroscopy
<b>FAM</b>	: faisceau antéro-médial
<b>FPL</b>	: faisceau postéro-latéral
<b>IKDC</b>	: international Knee Documentation Commitee
<b>IRM</b>	: imagerie par résonance magnétique
<b>KJ</b>	: Keneth jones
<b>LCA</b>	: ligament croiséantérieur
<b>LCP</b>	: ligament croisé postérieur
<b>ME</b>	: ménisque externe
<b>MI</b>	: ménisque interne
<b>TR</b>	: tendon rotulien
<b>TTA</b>	: tubérosité tibiale antérieur
<b>VFRE</b>	: valgus flexion rotation externe
<b>VFRI</b>	: Valgus flexion rotation interne

# INTRODUCTION

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) du genou constitue la principale lésion du sport moderne, surtout celles qui impliquent des contraintes en rotation des membres inférieurs tels que le football, le basketball et le ski.

Elle entraîne un trouble de la cinématique et de la mobilité du genou exposant à court terme à des accidents d'instabilité à répétition et à long terme à une dégradation des structures capsulo-ménisco ligamentaires et cartilagineuses aboutissant à une véritable arthrose.

L'examen clinique est habituellement typique et suffisant pour poser le diagnostic et peut éventuellement être complété par une exploration radiologique où l'IRM a une place importante.

La reconstruction du LCA est actuellement un acte de plus en plus courant faisant appel à des techniques variées et bien codifiées.

Tout retard de prise en charge conduit à des lésions évolutives dégénératives de l'appareil ménisco-ligamentaire et cartilagineux du genou. La gonarthrose est un risque tardif mais réel.

La précision du positionnement de tunnel tibial et fémoral par une évaluation radiographique du genou de face et de profil assure le succès de la chirurgie du LCA. Leur bon positionnement est primordial pour avoir des bons résultats fonctionnels et cliniques. Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque la reconstruction est pratiquement anatomique[1].



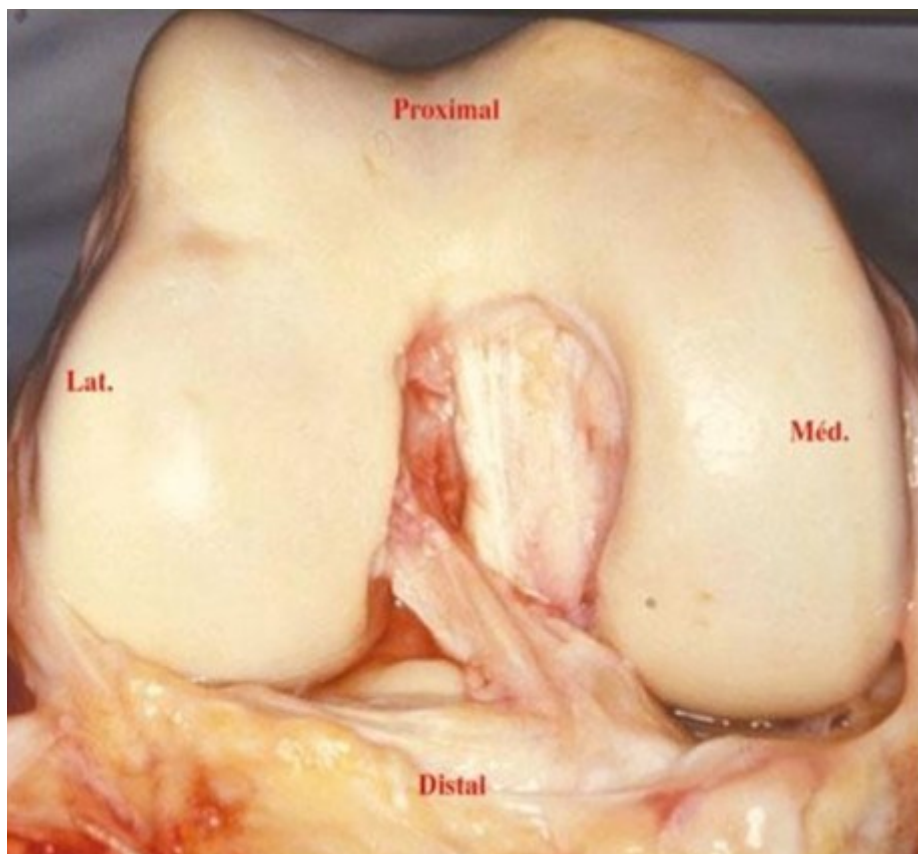
Le but de notre travail est :

- Descriptif : décrire le positionnement des tunnels fémoral et tibial du LCA.
- D'évaluer radiologiquement les résultats de positionnement des tunnels notamment par la radiographie standard.
- Mettre en évidence l'intérêt de la technique utilisée pour l'évaluation radiologique.

# ANATOMIE ET BIOMECHANIQUE

## I. Anatomie

Le ligament croisé antérieur (LCA) est un cordon fibreux mesurant 32 mm de long en moyenne (22mm-41mm) et entre 7 et 12 mm de diamètre [2]. Il s'étend de l'espace inter-glénoïdien du plateau tibial à la fosse inter-condyloire. Il est classiquement décrit comme intra-articulaire et extra-synovial [3,4]. Son origine est située sur la face médiane du condyle latéral. Il se dirige vers le bas, l'avant et le dedans, en croisant le ligament croisé postérieur (LCP). La terminaison tibiale est située sur l'aire inter-condyloire antérieure (Figure01 et 02).



**Figure 01 : Vue antérieure en flexion du genou droit [5]**



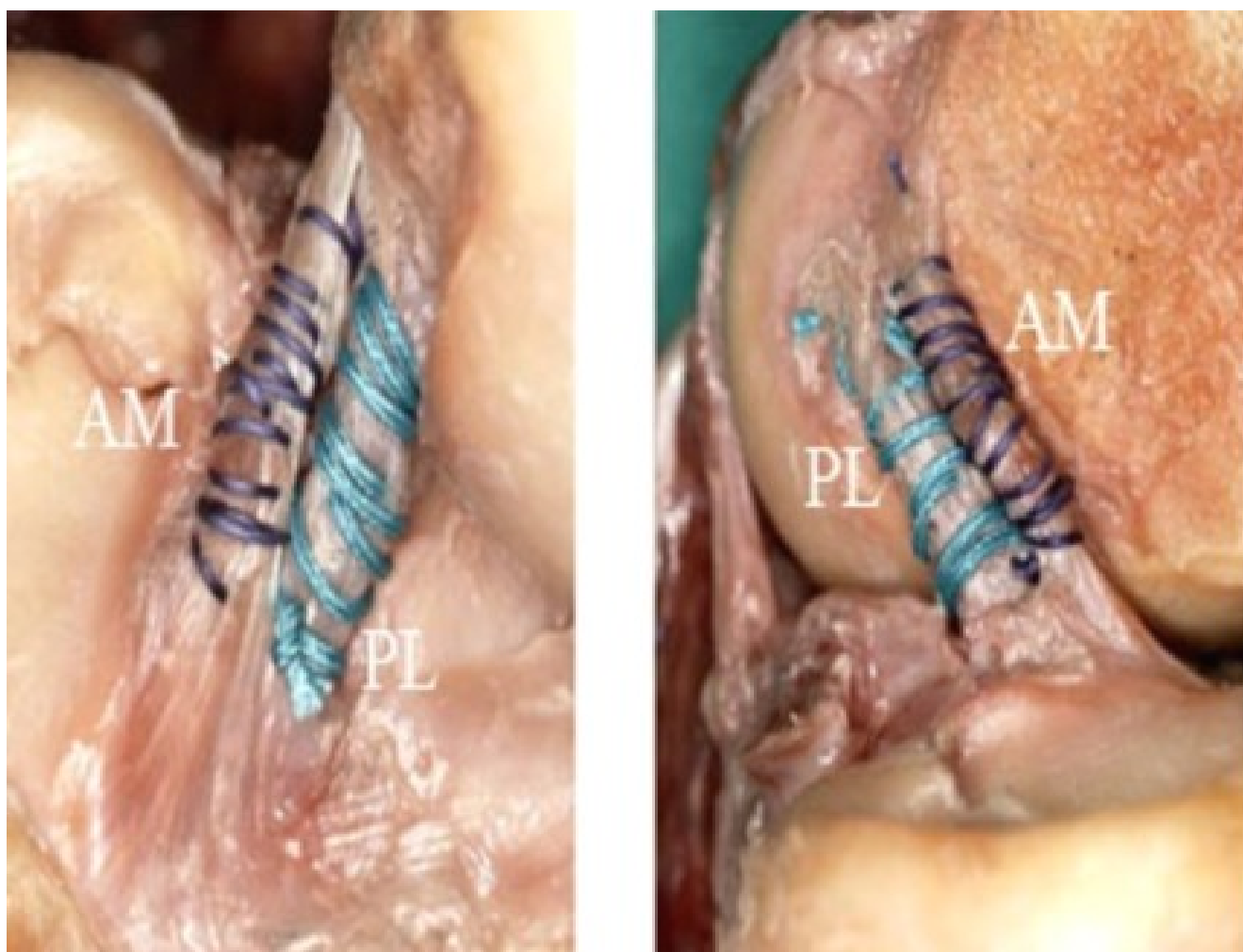
**Figure 2 : Vue latérale du genou [5]**

Les longueurs minimales et maximales correspondent à des contingents de fibres entre lesquels existent tous les intermédiaires[6] :

Le **Faisceau antéro-médial (FAM)**, le plus long et volumineux : son insertion tibiale est la plus antérieure et médiale son insertion fémorale la plus postérieure et haute. C'est le faisceau le plus souvent lésé dans la pathologie traumatique (Figure3).

Le **Faisceau postéro-latéral (FPL)**, le plus vertical : il serait souvent épargné dans les ruptures partielles (Figure 3).

Le **faisceau intermédiaire**, de description inconstante, réunissant les deux autres.



**Figure 3 : LCA en deux faisceaux, antéro médial (AM) et postéro latéral (PL)[7]**

Le trajet de LCA est oblique en bas, en avant et en dedans, réalisant un mouvement de torsion sur lui-même du fait de l'orientation de ses insertions osseuses

La **zone d'insertion fémorale** se situe à la partie postérieure de la face médiale du condyle latéral[6] , l'angle formé entre le grand axe de cette zone d'insertion et la limite postérieure du cartilage au niveau de l'échancrure inter condylienne est de  $24 \pm 3$  .

La **zone d'insertion tibiale** correspond à une surface ovalaire antéropostérieure qui se situe en avant de l'épine tibiale entre les insertions des cornes antérieures du ménisque interne en avant et externe en arrière. Il existe presque toujours une connexion entre le LCA et la corne antérieure du ménisque externe et 20% des cas entre le LCA et la corne postérieure du ménisque externe[6].

Les insertions osseuses au fémur et au tibia se font à partir d'interdigitations de fibres de collagène du LCA avec celles de l'os. Ce changement brutal de tissu ligamentaire flexible à un os rigide est tempéré par une zone de transition de fibrocartilage. Il permet une graduation de souplesse qui va prévenir une concentration de force à ce niveau.

**Vascularisation:** Le LCA est vascularisé essentiellement en haut par l'artère articulaire moyenne du genou, branche de l'artère poplitée. Elle naît de la face antérieure de l'artère poplitée, pénètre la capsule postérieure au niveau de l'espace inter-condyloire et donne deux branches terminales. C'est donc une vascularisation pauvre et sa nutrition se fait principalement par une diffusion à partir du liquide synovial [8].

**Innervation :** Issue du nerf tibial, elle est représentée par des fibres qui pénètrent la capsule en arrière de l'articulation et suivent le trajet des vaisseaux péri-ligamentaires. Certaines fibres peuvent également être observées à l'intérieur même de la substance ligamentaire. Alors que la majorité des fibres nerveuses suivant les



vaisseaux paraissent avoir surtout un rôle vasomoteur, d'autres situées parmi les fascicules pourraient jouer un rôle dans le maintien de la proprioception. De même des corpuscules de type RUFFINI ou PACINI ont été identifiés au sein de la substance tendineuse. Ils jouent un rôle de véritables jauges de contraintes intervenant dans la mise en tension ou la détente ligamentaire (mécano-récepteurs). Ils sont mis en jeu également pour le mouvement, le positionnement et la vitesse articulaires. Ces notions ont une application chirurgicale (conservation des vestiges de LCA autour de la greffe utilisée) et dans le domaine de la rééducation proprioceptive [8].

### **Histochimie :**

La composition du ligament est très particulière : les ligaments sont faits surtout de collagène, 70% à 80% du poids sec est représenté par du collagène type I. Les ligaments sont riches en eau puisqu'elle représente 60% à 80% du poids total. Ils contiennent également de l'élastine, des protéoglycanes, des glycoprotéines et de cellules. Des interconnexions intermoléculaires sont responsables des caractéristiques de résistance en tension [9].

## **II. Biomécanique du LCA :**

### **1. Rôle dans l'hyperextension**

En extension, toutes les fibres du LCA sont tendues (figure 4).

En hyper-extension, le fond de l'échancre inter-condylienne vient en contact du LCA qu'il tend à la manière d'un chevalet. Le LCA est donc tendu en extension et est un des freins de l'hyper-extension.



**Figure 4 : Comportement du LCA en extension [7]**

## **2. Rôle dans le roulement-glisement**

Les mouvements des condyles sur les glènes combinent roulement et glissement. Or, si l'on conçoit facilement le roulement, on explique le glissement par des facteurs actifs (les muscles extenseurs et fléchisseurs) mais surtout par des facteurs passifs : les ligaments croisés [10]. Ce sont les ligaments croisés qui rappellent les condyles et les font glisser sur les glènes dans le sens inverse de leur roulement. En effet, lors de la flexion, le ligament croisé antérieur est responsable du glissement du condyle vers l'avant associé au roulement vers l'arrière (sa rupture favorise donc le recul du condyle sur le tibia lors de la flexion).

## **3. Rôle dans la stabilité rotatoire.**

En rotation neutre, les ligaments croisés sont croisés l'un par rapport à l'autre et leur obliquité fait qu'ils amorcent un mouvement d'enroulement

En rotation interne, les ligaments croisés s'enroulent l'un par rapport à l'autre, se tendent mutuellement et rapprochent donc les surfaces articulaires.

La rotation interne se trouve ainsi rapidement limitée. Le ligament croisé antérieur est tendu. Le ligament croisé postérieur est détendu car le centre de rotation des ligaments croisés est différent du centre de rotation de l'articulation.

En rotation externe, les ligaments croisés tendent à devenir parallèles, permettant ainsi un faible écartement des surfaces articulaires. La rotation externe n'est pas arrêtée par la mise en tension des ligaments croisés, mais par les ligaments latéraux (ligament collatéral médial et ligament collatéral latéral, s'enroulant l'un par rapport à l'autre, rapprochent les surfaces articulaires). Le ligament croisé antérieur est détendu, le ligament croisé postérieur est tendu [10].

#### **4. Propriétés élastiques**

Son point de rupture diminue progressivement avec l'âge : pour NOYES [11] il est de 173 kg chez le sujet jeune (10 à 26 ans dans son étude) et de 73 kg chez le sujet âgé (48 à 86 ans).

L'allongement élastique du ligament croisé antérieur est de 25 à 30% mais le module d'élasticité diminue avec l'âge. Le ligament croisé antérieur, comme tous les ligaments, est viscoélastique et ses propriétés mécaniques peuvent varier avec le temps.

#### **5. Système à quatre barres :**

La situation du fémur sur le tibia n'est pas celle d'une boule qui tourne librement mais roule et glisse en même temps. Ce comportement est déterminé par la longueur des ligaments croisés et par leurs points d'insertion. Ces ligaments peuvent tourner autour de leurs points d'insertion distale mais la distance entre les points d'insertion proximale et distale doit rester constante.

Le système à quatre barres consiste principalement par la présence d'une relation intime entre la géométrie des ligaments croisés et le profil des surfaces articulaires [12,13].

# PATIENTS ET METHODES

## **I. PATIENTS :**

Il s'agit d'une étude rétrospective sur une durée de 8 ans de Janvier 2009 à décembre 2017. Les dossiers ont été colligés dans le service de traumatologie orthopédie B4 du centre Hospitalier universitaire Hassan II de Fès.

45 patients ont été opérés pour une rupture de ligament croisé antérieur du genou par ligamentoplastie selon la technique de KJ.

40 dossiers ont été trouvés sur 45 : par perte de dossiers de 05 patients.

### **Les critères d'inclusion :**

Ces patients ont tous remplis les critères d'inclusions suivants :

- Rupture totale isolée du LCA.
- Chirurgie de première intention par un greffon type « os-tendon-os », mono faisceau, selon la technique de Keneth Jones.
- Pas de geste osseux associé sauf chez deux cas : arrachement de l'épine tibial chez un patient et fracture de plateau tibial chez un autre dans un cadre traumatique.
- Genou controlatéral sain.

### **Les critères d'exclusion :**

- Reprise de la rupture de la ligamentoplastie.
- Radiographies non faites ou non exploitables.

## **II. METHODE SUIVIE :**

Les dossiers des patients ont été analysés de façon rétrospective à partir des archives du service et des registres du bloc opératoire et de service de radiologie.

Les données des dossiers cliniques des patients ainsi que celles des radiographies standards postopératoires immédiats en utilisant les différentes techniques d'évaluation et les méthodes thérapeutiques ont été rapportées sur une fiche d'exploitation pré établie (Annexe 1).

L'analyse des radiographies standards post opératoire immédiats est basé principalement par des méthodes décrites dans la littérature pour évaluer le positionnement des tunnels tibial et fémoral.

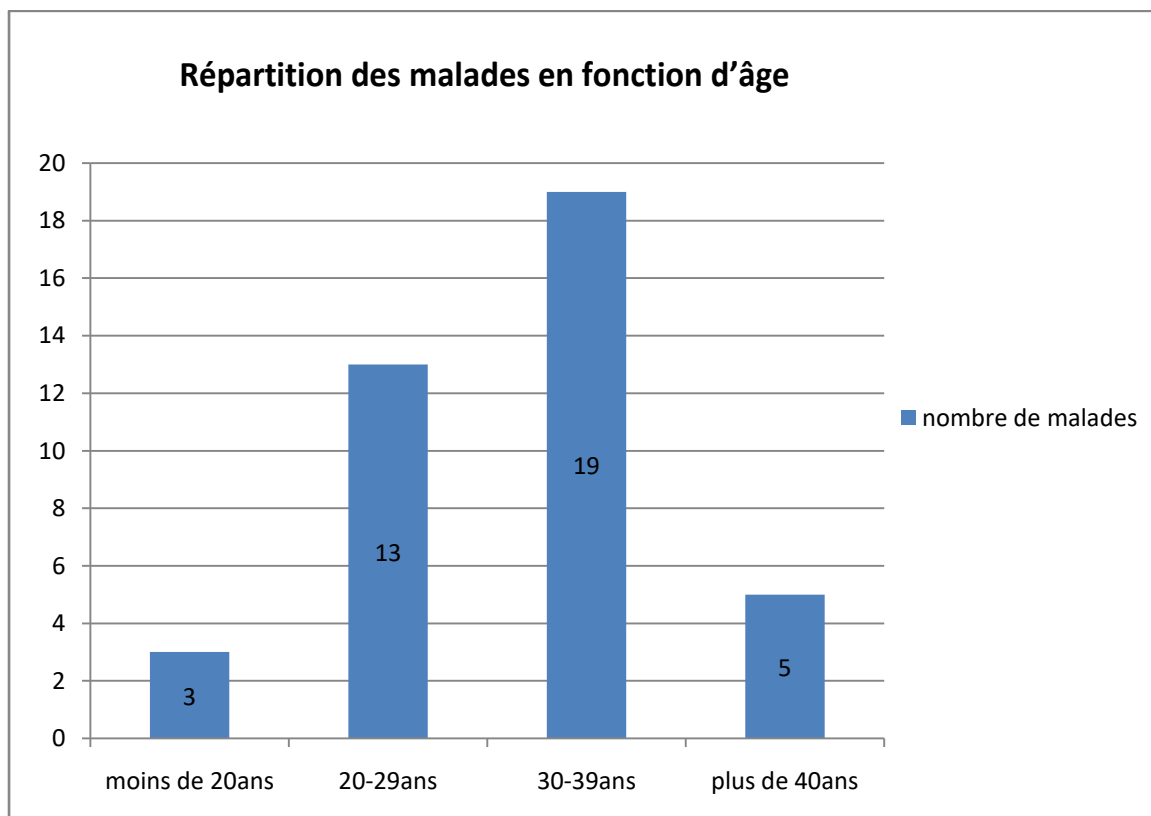
# RESULTATS



## I. Epidémiologie :

### 1. Age :

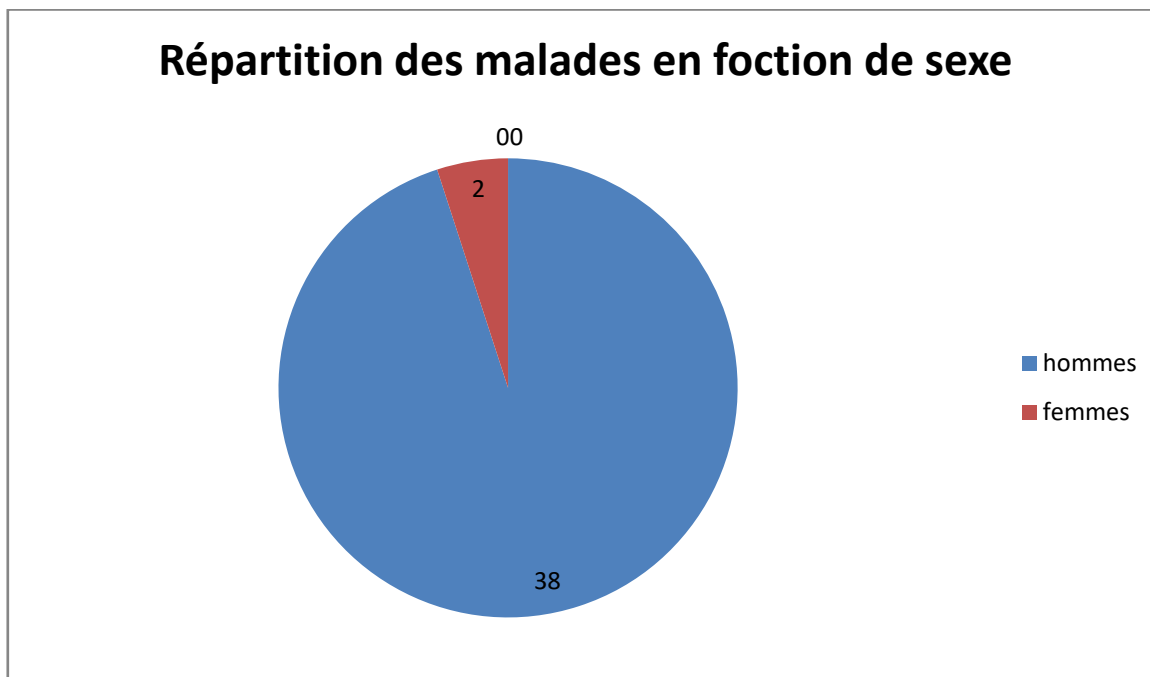
Dans notre série d'étude l'âge moyen était 34 ans avec des extrêmes de 18 ans et 50 ans (figure5).



**Figure 05 : Répartition des malades en fonction d'âge.**

## 2. Sexe :

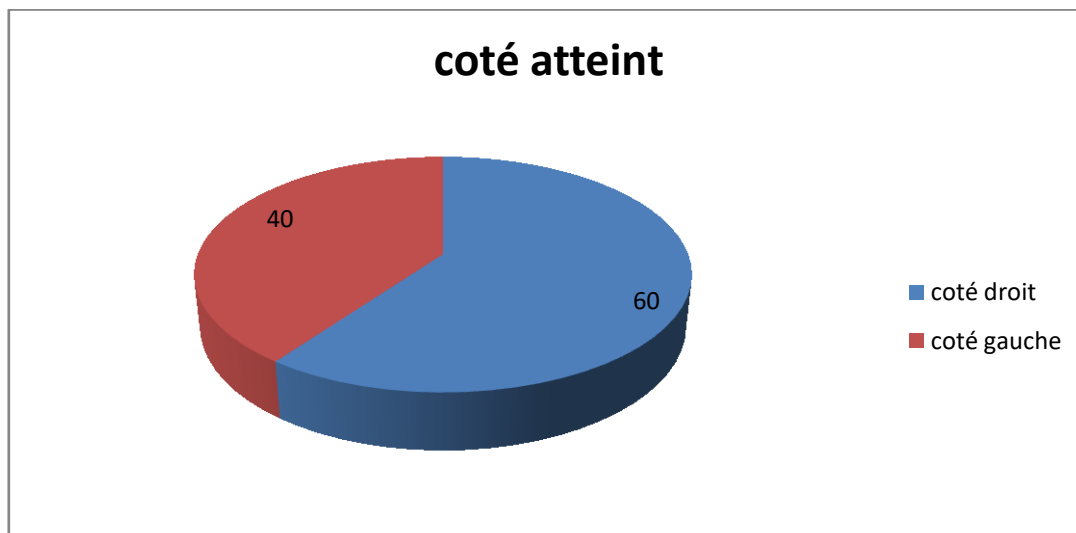
Dans notre série, 38 de patients sont du sexe masculin, 95%, et 02 patientes de sexe féminin soit 5% (figure 06 ).



**Figure 06 : Répartition des malades en fonction de sexe.**

### 3. Genou atteint :

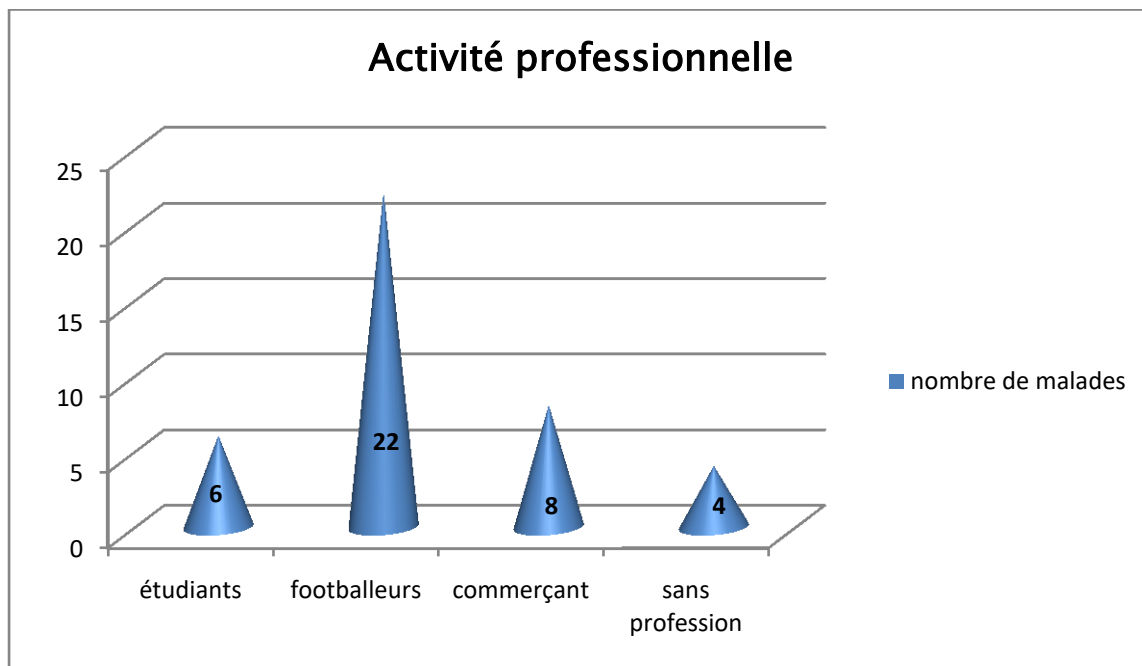
Dans notre travail, le genou droit était le plus touché dans 60% des cas, et 40% des cas pour le côté gauche (figure07).



**Figure 07 : Répartition selon le genou atteint.**

#### 4. Activité professionnelle :

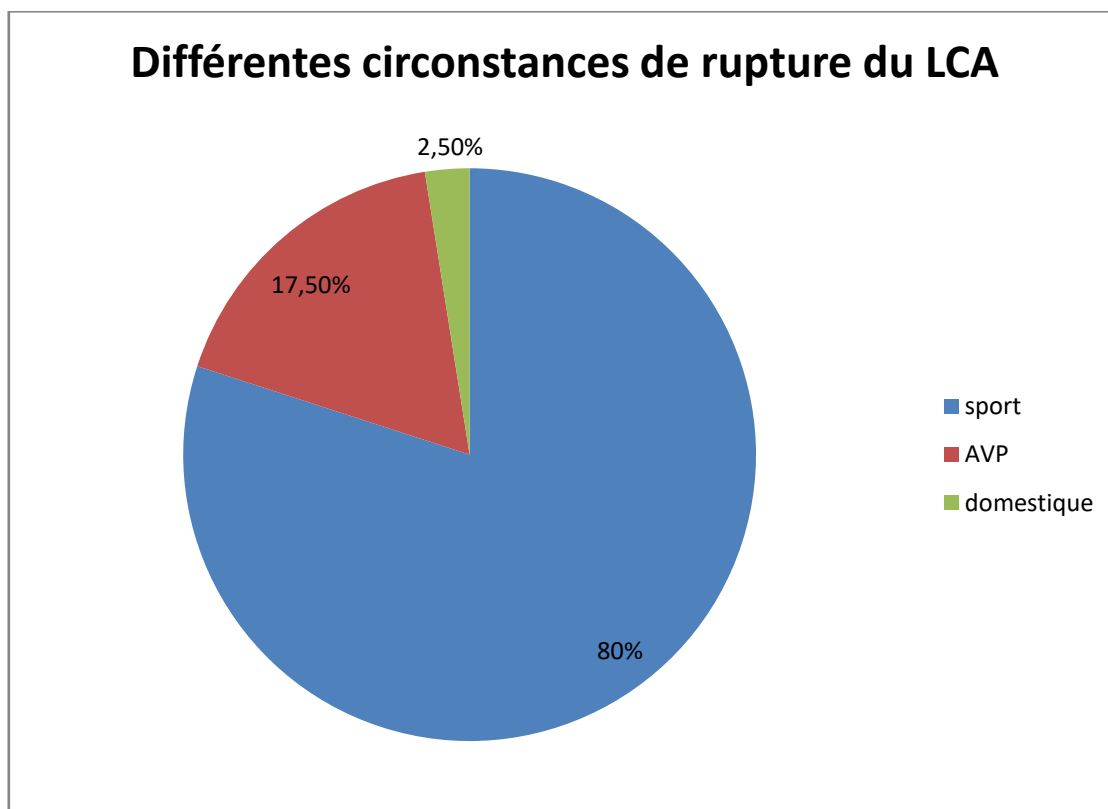
22 des patients étaient des footballeurs ,08 des commerçants, 06 des étudiants et 04 sans profession (figure 08).



**Figure 08 : Répartition en fonction de l'activité professionnelle**

## 5. Circonstance de l'accident :

Dans 32 cas soit 80 % des cas la lésion du LCA était secondaire à un accident de sport, 07 cas d'AVP soit 17.5%.1 cas accident domestique (au cours de la prière) soit 2.5% (figure09).



**Figure 9 : Différentes circonstances de rupture du LCA**

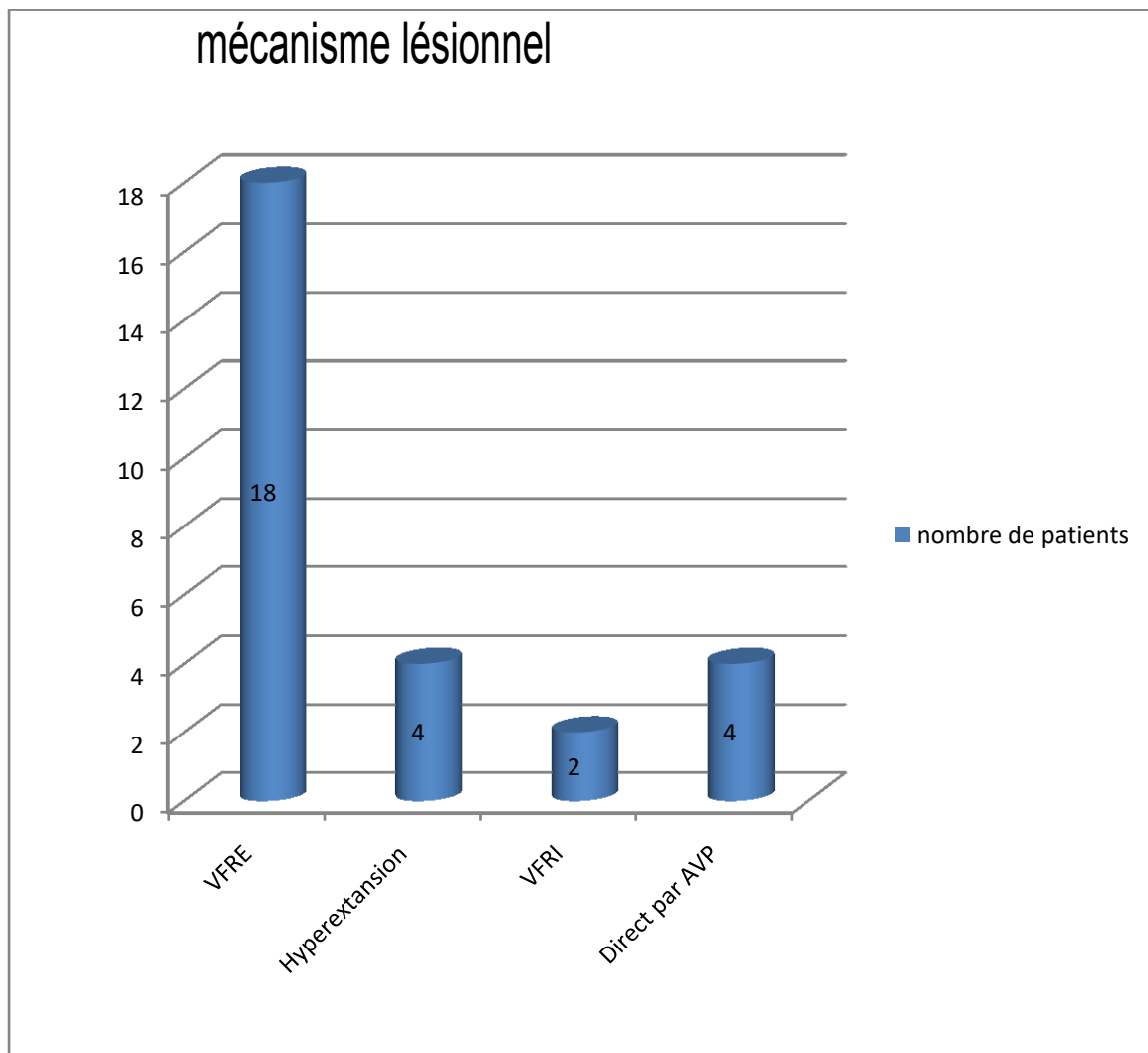
## 6. Mécanisme lésionnel:

Le mécanisme de l'atteinte était connu chez 28 patients soit 70% il est souvent un traumatisme indirect 60% (figure10).

- Valgus flexion rotation externe (VFRE) dans 18 cas.
- Hyper extension dans 4 cas.
- Valgus flexion rotation interne (VFRI) dans 2 cas.

Un mécanisme direct chez 04cas soit 10% par AVP

Le Mécanisme est non précisé chez 12 patients soit 30%



**Figure10 : Répartition des mécanismes lésionnels dans la rupture du LCA**

## II. Etude clinique :

### 1. Antécédents :

Arthrose ancien du genou homolatéral chez 1 seul patient.

### 2. Signes fonctionnels :

Le délai entre l'accident initial et la ligamentoplastie était de 13 mois avec des extrêmes allant de 3 mois à 24 mois.

- La douleur a été présentée chez tous les patients soit 100 %.
- une sensation d'instabilité ou de déboitement du genou chez 40 patients soit 100 %.
- Le craquement articulaire a été ressenti par 32 patients soit 80%.
- L'impotence fonctionnelle du genou retrouvée dans 22 cas soit 55%.
- Le blocage a été retrouvé chez 16 patients soit 40 %.

**Tableau 1 : Répartition des signes fonctionnels.**

Signe fonctionnel	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Douleur	40	100
Craquement articulaire	32	80
Impotence fonctionnelle	22	55
Blocage	16	40
Instabilité	40	100
Boiterie	11	27,5

### **3. Signes cliniques :**

Les résultats de l'examen physique étaient les suivants :

- Le tiroir antérieur était présent chez 32 patients soit 80 % des cas.
- Le test de LACHMAN était positifs chez 40 patients soit 100 % des cas.
- Le RESSAUT a été retrouvé chez 24 patients soit 60%.
- Le tiroir postérieur n'a pas été retrouvé chez aucun patient de notre série.

## **III. Etude paraclinique**

### **1. Bilan Radiologique :**

#### **1.1. Radiographie standard :**

Les radiographies du genou face et profil qui ont été systématiquement demandées chez tous nos patients ont révélé les données suivantes : 38radiographies ont été sans lésions osseuses soit 92,5%, la recherche des stigmates à type d'arrachement des épines tibiales (antéro-interne) 1 cas ou de fracture de plateau tibial dans 1 cas. Les signes d'arthrose chez 1 patient.

Les radiographies dynamiques comparatives n'ont pas été faites.

#### **1.2. Arthrographie du genou :**

Aucune arthrographie du genou n'a été réalisée pour cette série.

#### **1.3. Arthroscanner :**

Non demandé dans notre étude.

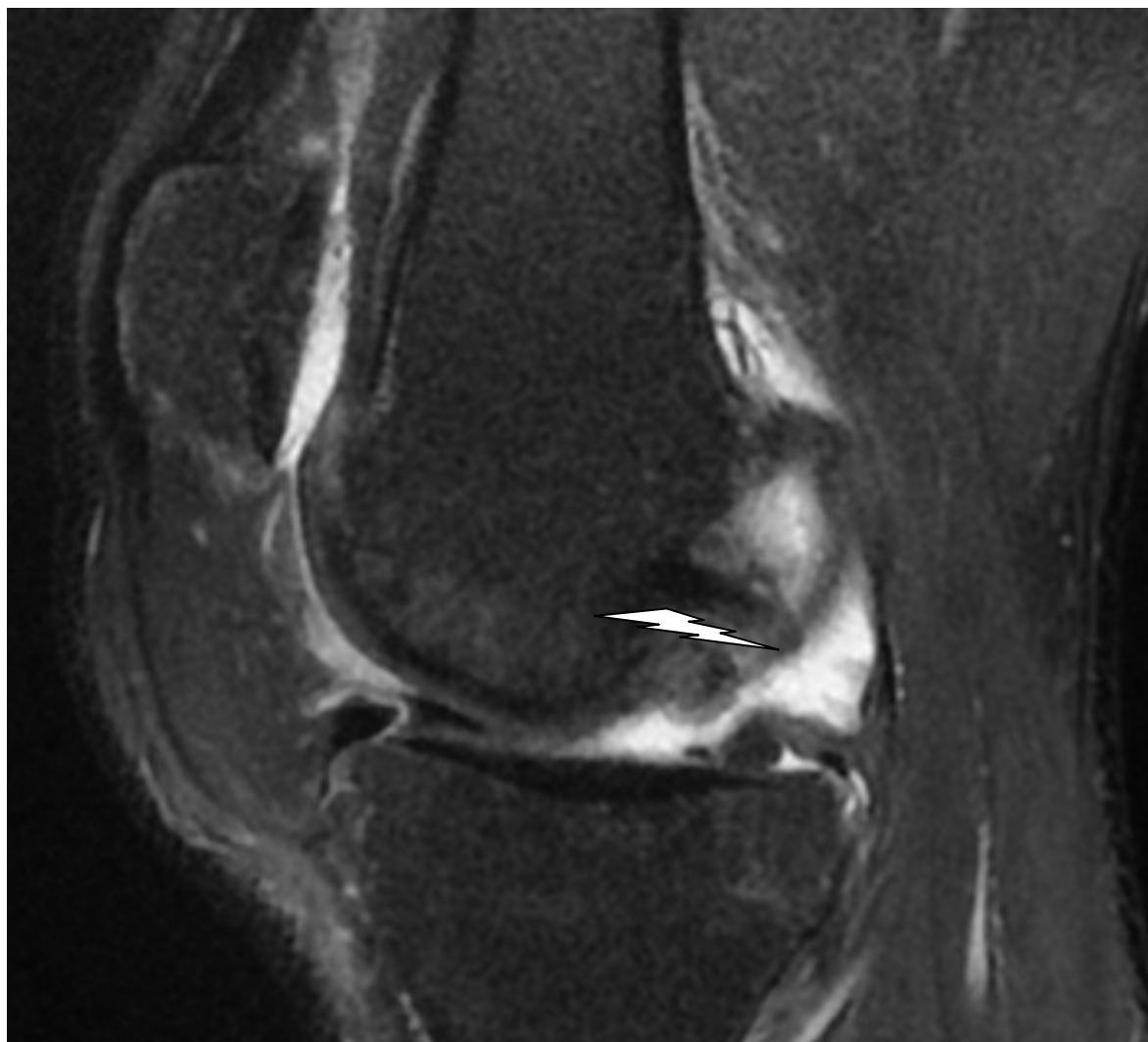


#### 1.4. Imagerie par résonance magnétique

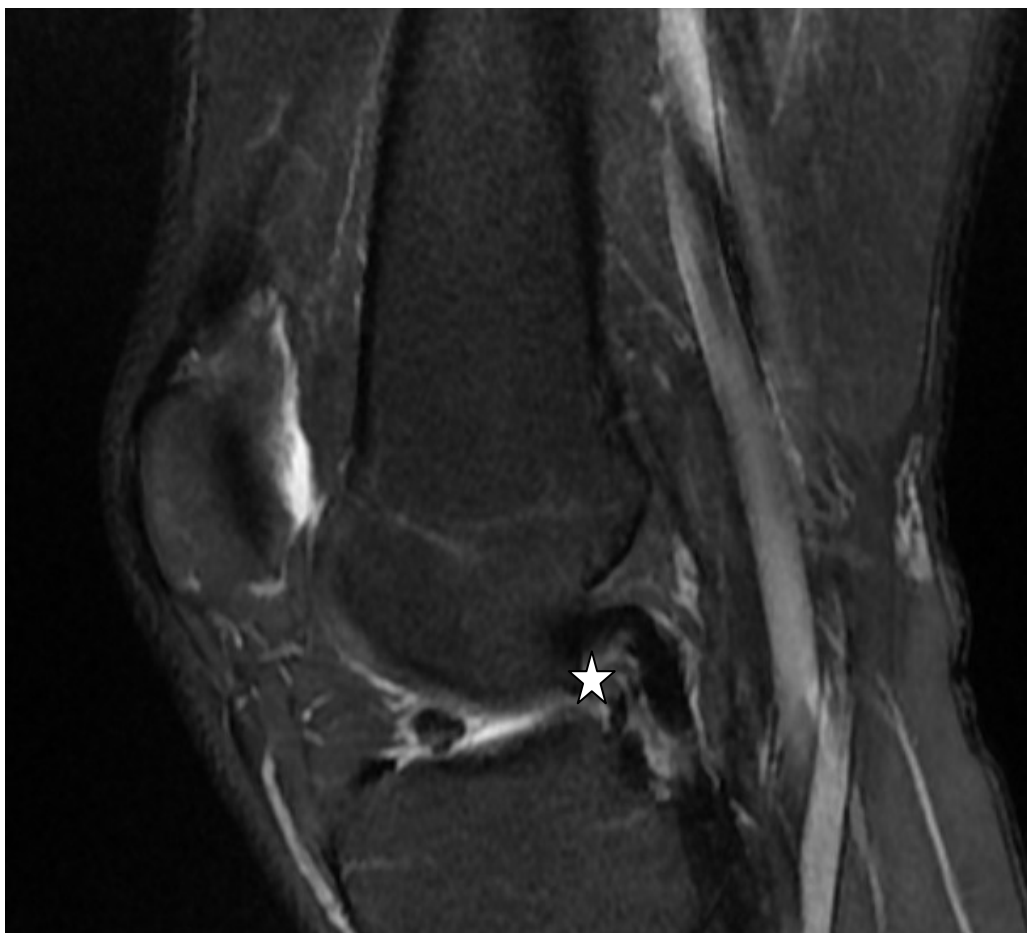
Confirme le diagnostic et dresse un bilan lésionnel complet du genou, elle a été réalisé chez tous les patients. Les résultats sont représentés dans le tableau 2 (figure 11, 12 et 13).

**Tableau 2 : Résultats des IRM de nos patients**

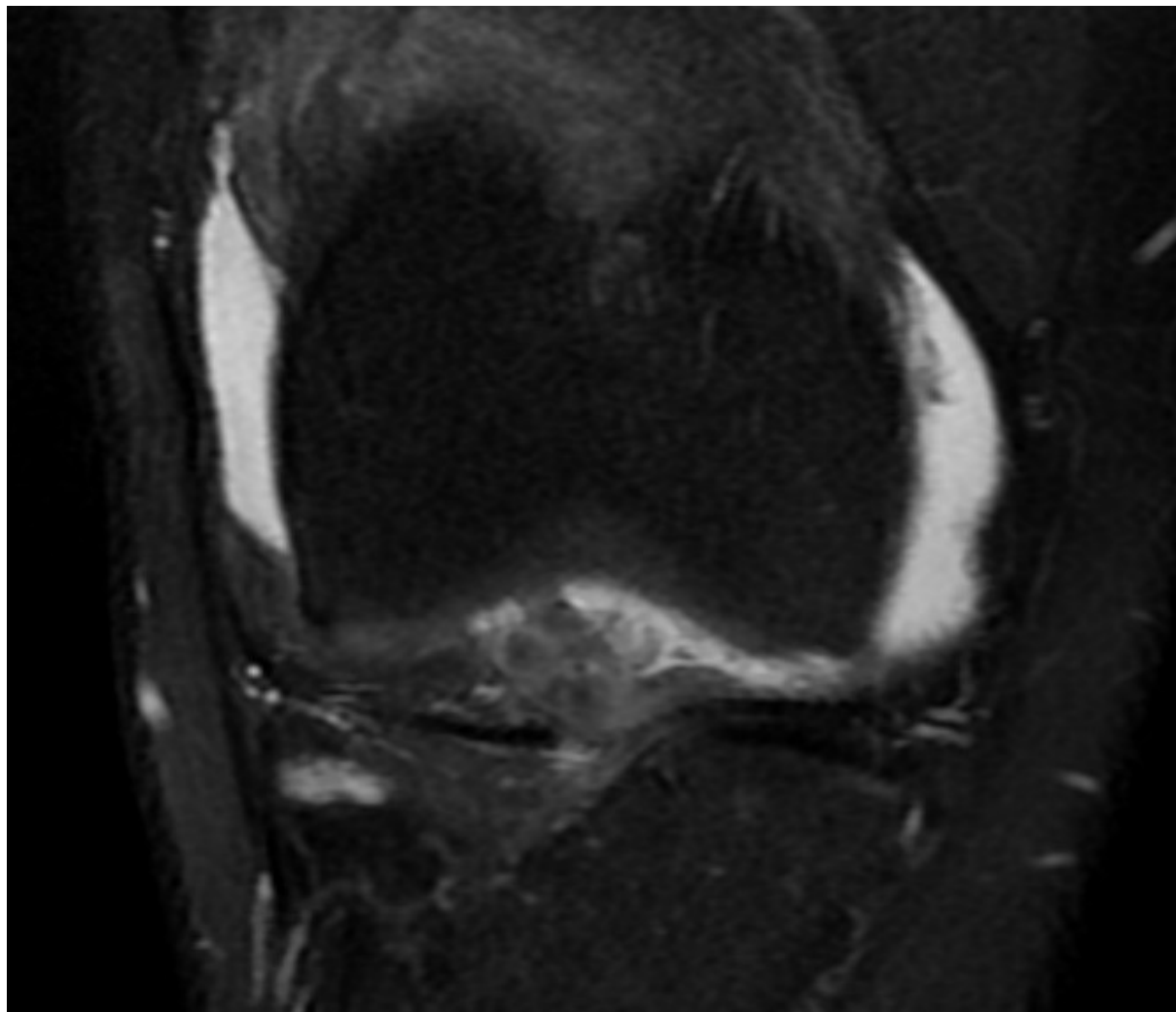
Résultat de l'IRM	Nombre de cas	Pourcentage
Rupture de LCA	40	100%
Lésion du MI	11	27,5%
Lésion du ME	12	30%
Epanchement articulaire	2	5%
Arthrose	1	2,5%
Rupture de LCP	0	0
Fracture tibiale	2	5%



**Figure 11 : IRM coupe sagittale montrant une rupture totale du LCA avec discontinuité de ses fibres**



**Figure 12 : IRM coupe sagittale T2 montrant un aspect en canne du LCP (signe indirect d'une rupture du LCA)**



**Figure 13 : IRM coupe coronale T2 montrant un Hypersignal du LCA avec épanchement intra-articulaire**

## **2. Arthroscopie diagnostique:**

Non demandée dans notre étude.

## **IV. TRAITEMENT :**

### **1. Technique utilisée :**

Tous nos patients ont été opérés selon la technique os-tendon rotulien-os selon Kenneth Jones modifiée sous arthrotomie, la baguette tibiale a été de forme trapézoïde autorisant une fixation dans le tunnel fémoral par ancrage après impaction directe os-os.

### **2. Préparation et installation du patient :**

Pour tous nos patients, l'installation a été en décubitus dorsal, tout le membre inférieur étant préparé et badigeonné, un garrot pneumatique a été mis à la racine du membre, le genou est fléchi à 90° et mobilisable de l'extension complète à 120° de flexion (figure14).



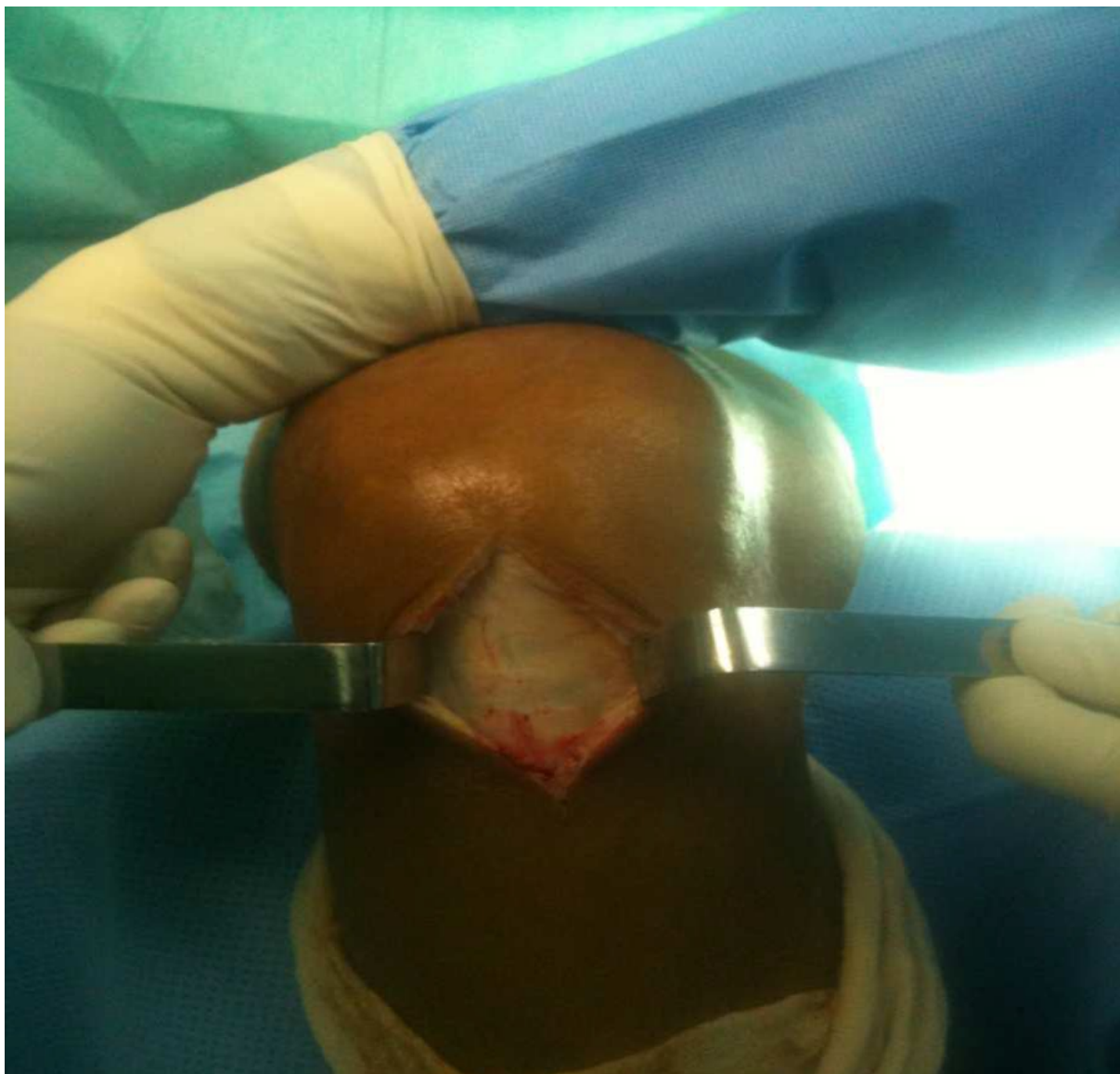
**Figure 14 : Préparation et installation du patient**

### **3. Type d'anesthésie :**

Tous nos patients avaient bénéficié d'une rachis anesthésie.

### **4. La voie d'abord :**

L'incision cutanée a été antérieure médiane et longitudinale chez 100% des cas.

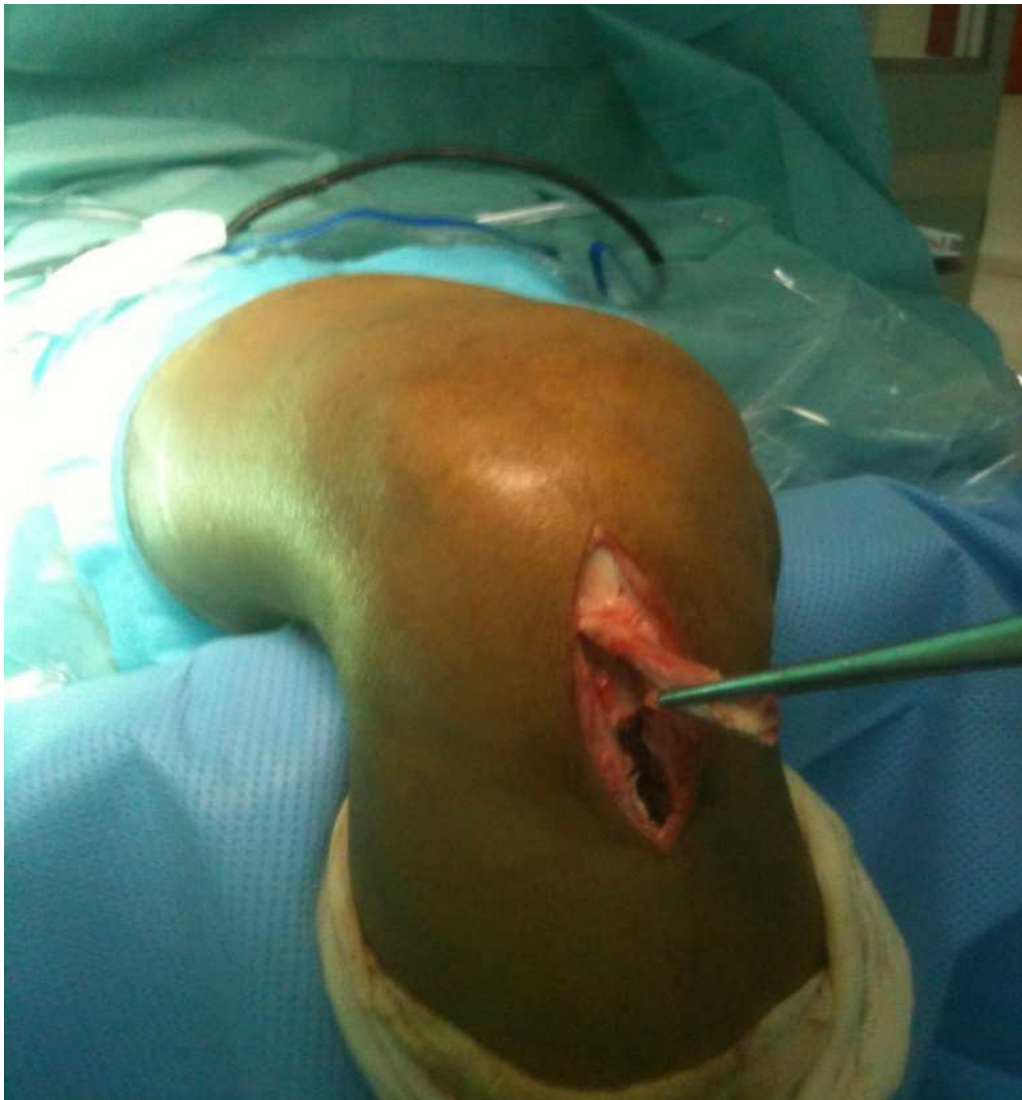


**Figure 15 : Incision cutanée du genou**

## 5. Prélèvement du greffon:

Le transplant prélevé (figure16) comprend 3 parties :

- Le tiers moyen du tendon rotulien d'une largeur moyenne de 10 mm.
- Une baguette osseuse tibiale trapézoïde longue de 15mm et large respectivement de 10mm à la base et de 15 mm à l'extrémité libre.
- Une baguette osseuse rotulienne rectangulaire de 25 mm /10mm et de 8mm d'épaisseur.



**Figure 16 : Prélèvement du greffon**



## 6. Préparation du greffon :



**Figure 17 : Préparation du greffon**

## **7. Exploration articulaire**

Une rupture en plein corps dans 70%, une désinsertion fémorale dans 10% des cas et un LCA non visible dans 20% des cas

- Ménisques : Nous avons trouvé 23 cas d'atteinte méniscale : 11 lésions du MI et 12 lésions du ME dont On a recensé une anse de seau dans 5 cas (12,5%), une languette méniscale dans 7 cas (17,5%).
- Cartilages : Nous avons pu mettre en évidence 1 cas d'un cartilage d'aspect dégénératif (chondropathie).

## **8. Forage des tunnels :**

Pour l'isométrie, nos repères restent purement anatomiques.

- Mise en place de la mise du tunnel à 55° à 02cm de TTA et 03cm du platon tibial médial
- Introduction de la broche guide à 90° flexion.
- Au niveau du Tibia, La broche guide sort à 7 mm en avant du bord antérieur du ligament croisé postérieur. Au versant fémoral le tunnel a été creusé à 5 mm du bord postérieur et externe de l'échancrure intercondyalaire( figure 18). Le point d'ancrage fémoral doit être le plus anatomique possible , son repérage par vision directe a été fait chez nous de dedans en dehors
- Tarrodage par tariere 08mm du trajet tibial et fémoral en à 02 temps.



**Figure 18: Forage des tunnels**

## **9. Positionnement et fixation du néo-ligament :**

Les fils tracteurs du transplant sont introduits à travers le chas de la broche guide transfixiant tibia et fémur. Une traction douce en "va et vient" sur les fils tracteurs permet d'introduire le transplant dans le tunnel tibial puis dans le tunnel fémoral à 90° du flexion. Pour la fixation du transplant, la vis d'interférence étant positionnée au contact de la baguette osseuse fémorale. On vérifie ensuite l'isométrie en tractant le transplant vers le bas et en imprimant des mouvements de flexion extension rotation. La fixation du transplant est ensuite assurée par un vis d'interférence introduite le long d'une broche-guide (07mm/25mm) au niveau fémoral (07mm/25mm) au niveau tibial (figure19).



**Figure 19 : Fixation par une vis d'interférence résorbable**

## **10. Vérification de la stabilité en per opératoire :**

Par Inspection, palpation et par le tiroir antérieur.

## **11. La fermeture :**

Elle est assurée par suture du tendon rotulien avec reconstitution du péri-tendon et fermeture articulaire sur drainage aspiratif.

## **V. Evaluation clinique post opératoire :**

Les patients ont été revus avec un seul observateur indépendant, les patients ont été vus dans 1 mois, 3mois 6mois puis 12 mois.

### **1. Scores fonctionnelles :**

Ils ont tous été évalués par un bon interrogatoire au cours des consultations post opératoires suivant une échelle proposée par l'ESSKA (European Society for Sports traumatologyKnee Surgery and Arthroscopy) et l'AOSSM (American Orthopedic Society for Sports Medicine) :L'IKDC (International Knee Documentation Committee) (annexe 2)

Elle est divisée en huit parties :

- IKDC 1 évaluation fonctionnelle subjective du patient ;
- IKDC 2 évaluation des symptômes ;
- IKDC 3 évaluation de la mobilité articulaire ;
- IKDC 4 évaluation de la laxité ligamentaire,

Les quatre dernières parties (IKDC 4 à 8) évaluent respectivement, l'aspect dégénératif cartilagineux du genou, la pathologie du site de prélèvement, l'analyse radiologique, et les tests fonctionnels. Elles ne sont pas prises en compte dans le score final.

Le score obtenu correspond à une évaluation fonctionnelle afin que sa valeur maximale représente le niveau maximal d'activité ou le niveau minimal de symptômes présents.

Un score IKDC égal à 100 équivaut à un niveau d'activité journalière et sportive sans aucune limite en l'absence de tout symptôme.

## **2. Examen clinique :**

L'examen clinique s'est fait de façon comparatif entre les 2 genoux, sur table d'examen, le patient étant allongé et détendu.

Nous avons mesuré la flexion-extension du genou à l'aide d'un goniomètre : le déficit d'extension fût établi par rapport à la jambe controlatérale étendue sur la table.

Le test de Lachman-Trillat a été recherché et coté, soit arrêt dur, soit arrêt dur retardé, soit arrêt mou.

Le ressaut rotatoire a été recherché et coté « oui » ou « non » par rapport au genou controlatéral.

La présence de dysesthésies ou de douleur sur les zones de prélèvement, ont été répertoriées et quantifiées en surface (cm<sup>2</sup>).

Le périmètre de cuisse a été mesuré avec un ruban et comparé au genou sain : une différence de 3 cm confirmant une amyotrophie quadricipitale[14].

Toujours allongé, genoux et chevilles serrés, nous avons répertorié si le patient se présentait avec un membre inférieur opéré normo axé, en varus ou en valgus.

Dans notre étude la reprise de l'activité sportive était en moyenne de 09 mois chez les patients ayant une activité sportive de compétition et de loisir, la reprise de la vie active chez les autres patients était à une moyenne de 05mois.

**Les résultats subjectifs :**

L'instabilité du genou : n'a été rapporté par aucun de nos patients

La douleur résiduelle : est rapporté par 03 de nos patients lors des efforts importants.

**Les résultats objectifs :**

Sur le plan clinique :

La raideur articulaire a été retrouvée chez un de nos patients.

L'hydarthrose résiduelle n'est notée chez aucun de nos patients.

L'amyotrophie du quadriceps est révélée chez un de nos patients.

La laxité résiduelle est notée chez 5 de nos patients mais sans gêne fonctionnelle.



## **VI. Evaluation radiographique post opératoire :**

### **A. Radiographie standard:**

Tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie standard de face et de profil et on a fait l'évaluation de positionnement des tunnels tibial et fémoral.

#### **1. Tunnel fémoral :**

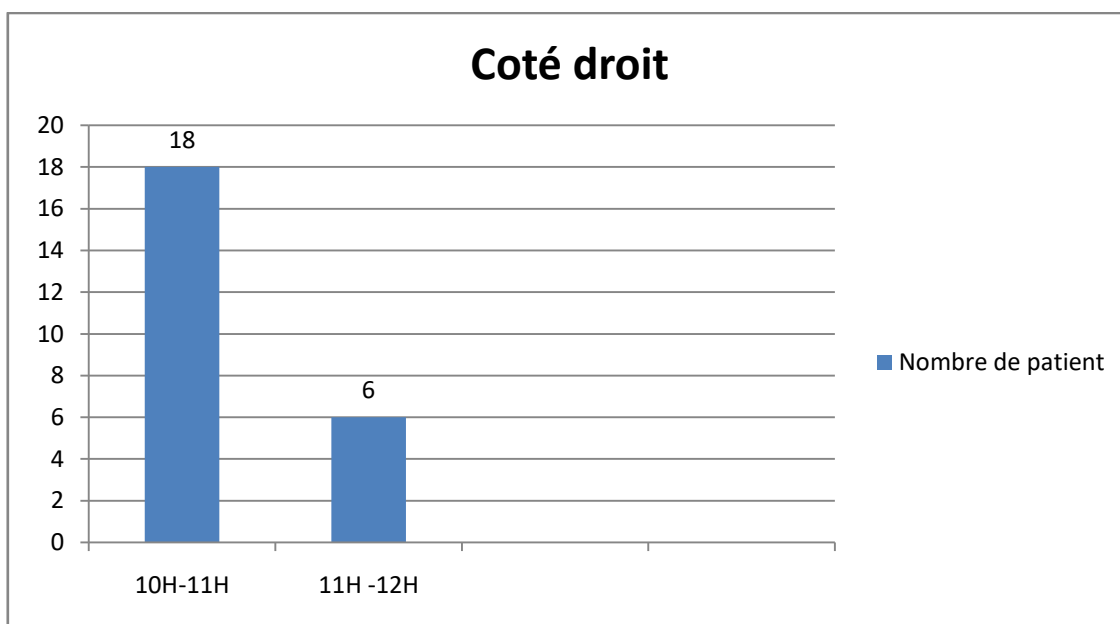
##### **a. Incidence de face :**

Le tunnel fémoral doit être oblique en haut et en dehors entre 10h et 11h pour le genou droit (figure 20) et vers 13H et 14h pour le genou gauche [15].

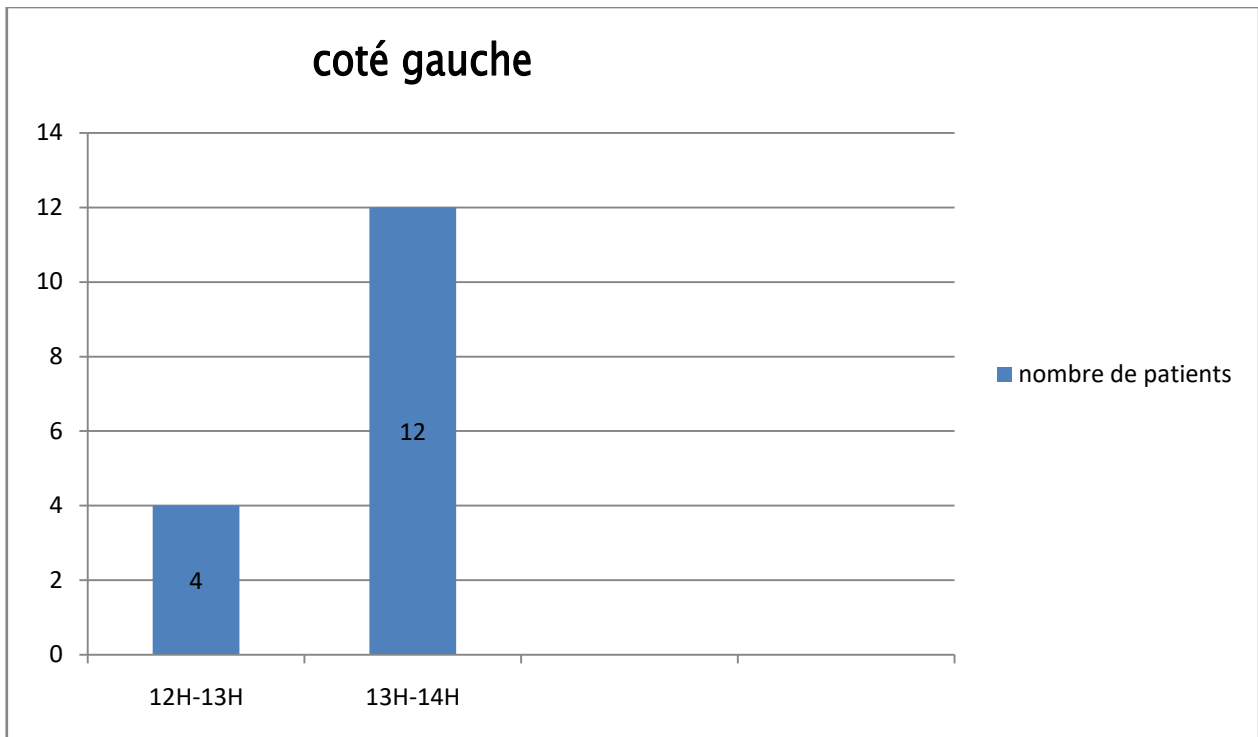


**Figure 20 : Radiographie de genou face droit montrant le positionnement normal du tunnel fémoral (10h et 11h)**

Dans notre étude on a trouvé : 30 patients dans la position normale qui représente 75%. (18 patients : entre 10h et 11h du côté droit, et 12 patients : entre 13h et 14h du côté gauche). Et 10 cas de position anormale (6 patients : 11h et 12h du côté droit et 04 patients : 12h et 13h du côté gauche) (figure21 et 22).



**Figure 21 : Positionnement du tunnel fémoral droit**



**Figure 22:Positionnement du tunnel fémoral gauche**

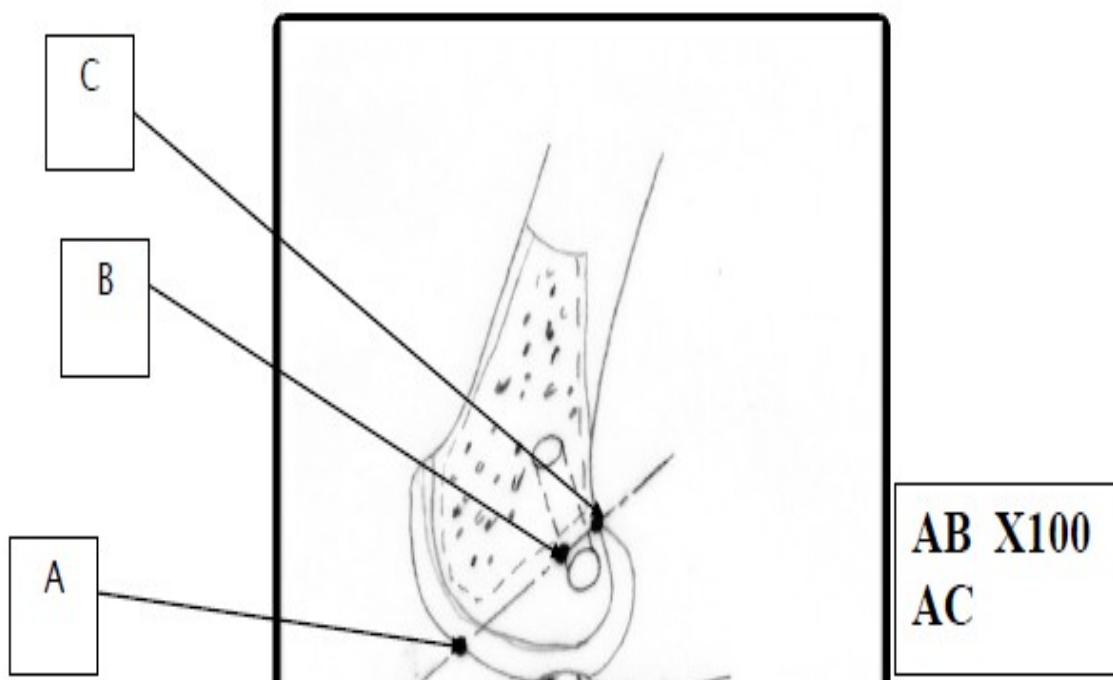
**b. Incidence de profil :**

Le positionnement du tunnel fémoral sur l'incidence de profil a été évalué dans notre travail par 2 méthodes :

➤ **la méthode d'Aglietti :**

Elle nécessite une radiographie centrée pour obtenir la superposition des condyles fémoraux.

On mesure ensuite la largeur du plateau fémoral en regard de la ligne de Blumensaat, ainsi que la distance au bord antérieur des orifices de sortie intra articulaire de tunnel fémoral. On calcule ensuite le rapport entre ces distances exprimées en pourcentage (Figure 23 et 24)[16].

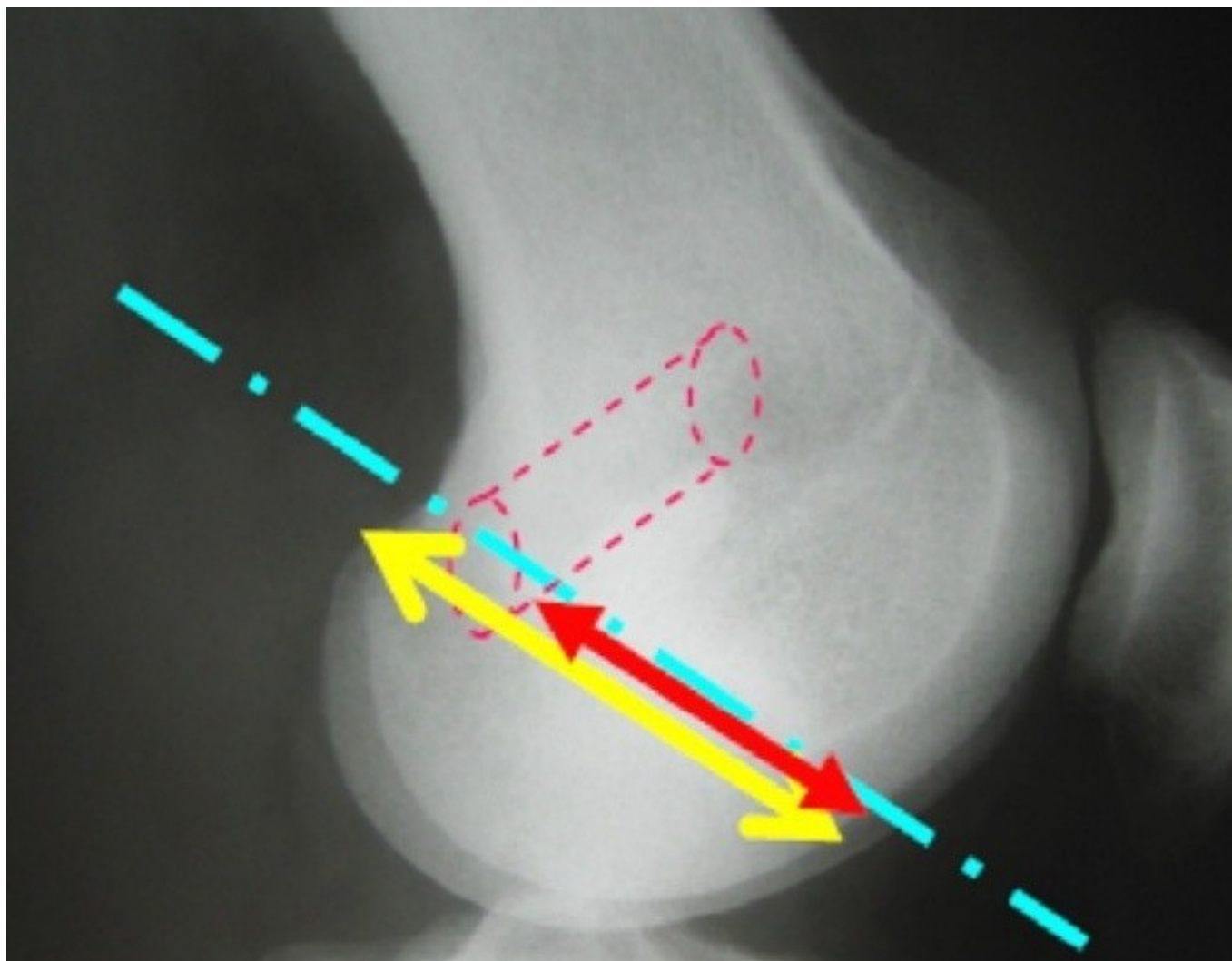


**Figure 23 : Schéma montrant la méthode d'Aglietti fémoral [16].**

A : Limite antérieure de la ligne de Bluemensaart

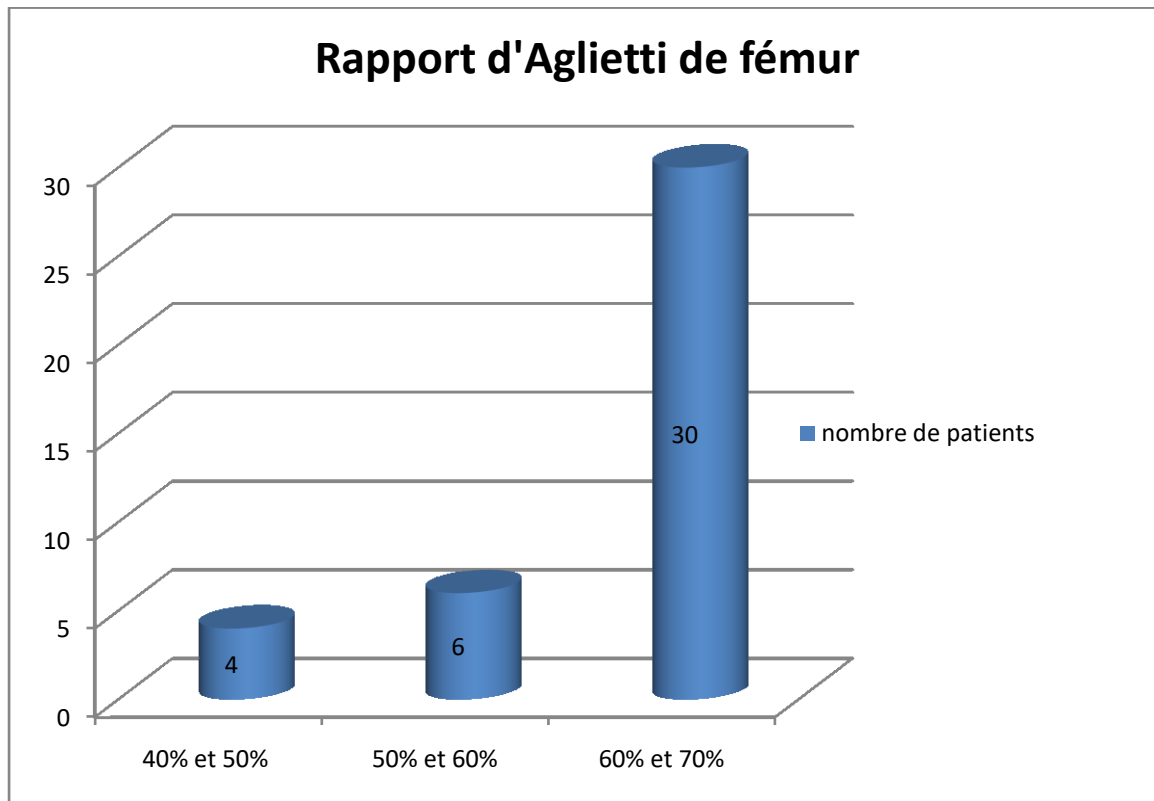
B : Bord antérieur d'orifice de sortie intra articulaire de tunnel fémoral

C : Limite postérieure de la ligne de Bluemensaart



**Figure 24 : Radiographie de genou profil montrant la méthode d'Aglietti fémoral [16].**

On a trouvé un indice d'Aglietti de fémur =  $AB/AC \times 100$  varie entre 40 % et 70% avec un moyen de 55% (figure numéro 25).



**Figure 25 : Résultats du rapport d'Aglietti de fémur**

➤ **Positionnement du tunnel fémoral par rapport à la ligne de Bluemnsaat :**

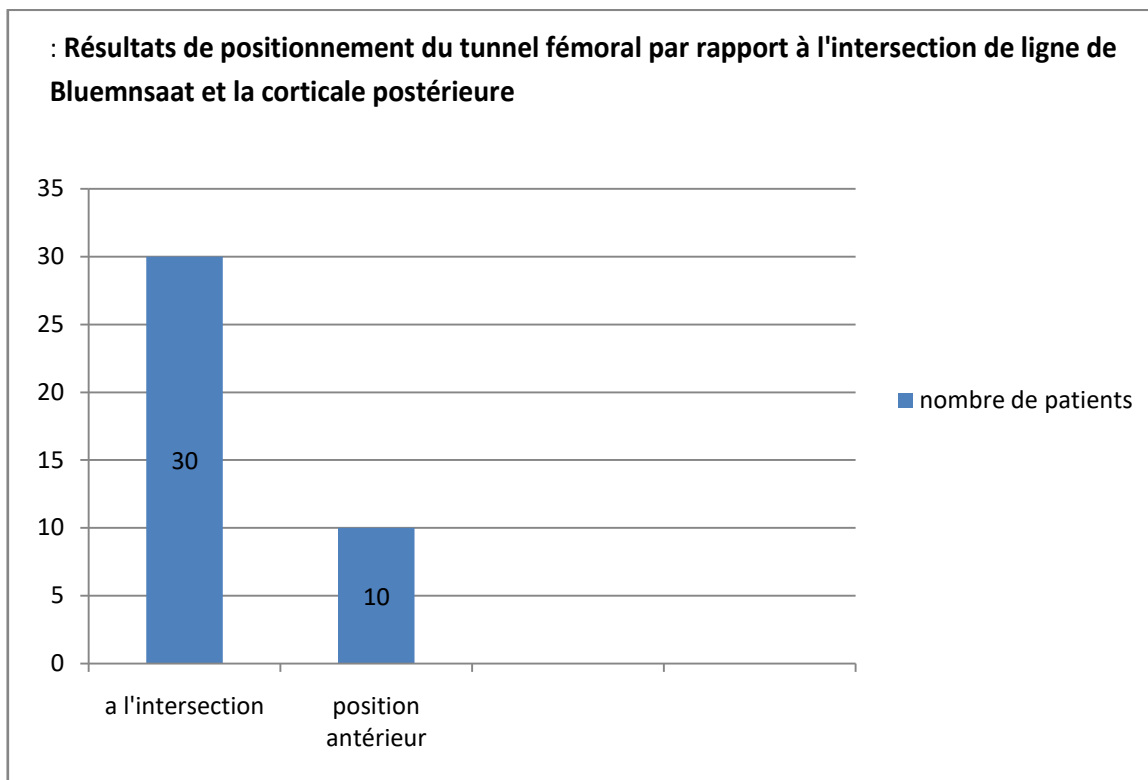
La partie inférieure du tunnel fémoral doit être localisée à l'intersection de la ligne de Bluemnsaat et la corticale postérieure du fémur (figure numéro 26) [15].

On a trouvé chez 30 patients que le tunnel fémoral se trouve à l'intersection de ces 2 lignes soit 75% et chez 10 patients le tunnel est situé en avant de l'intersection (très antérieur) soit 25% (figure 27).



**Figure 26 : Radiographie du genou de profil montrant la position du tunnel fémoral par rapport à la ligne de Blumensaat et la corticale postérieure [15]**



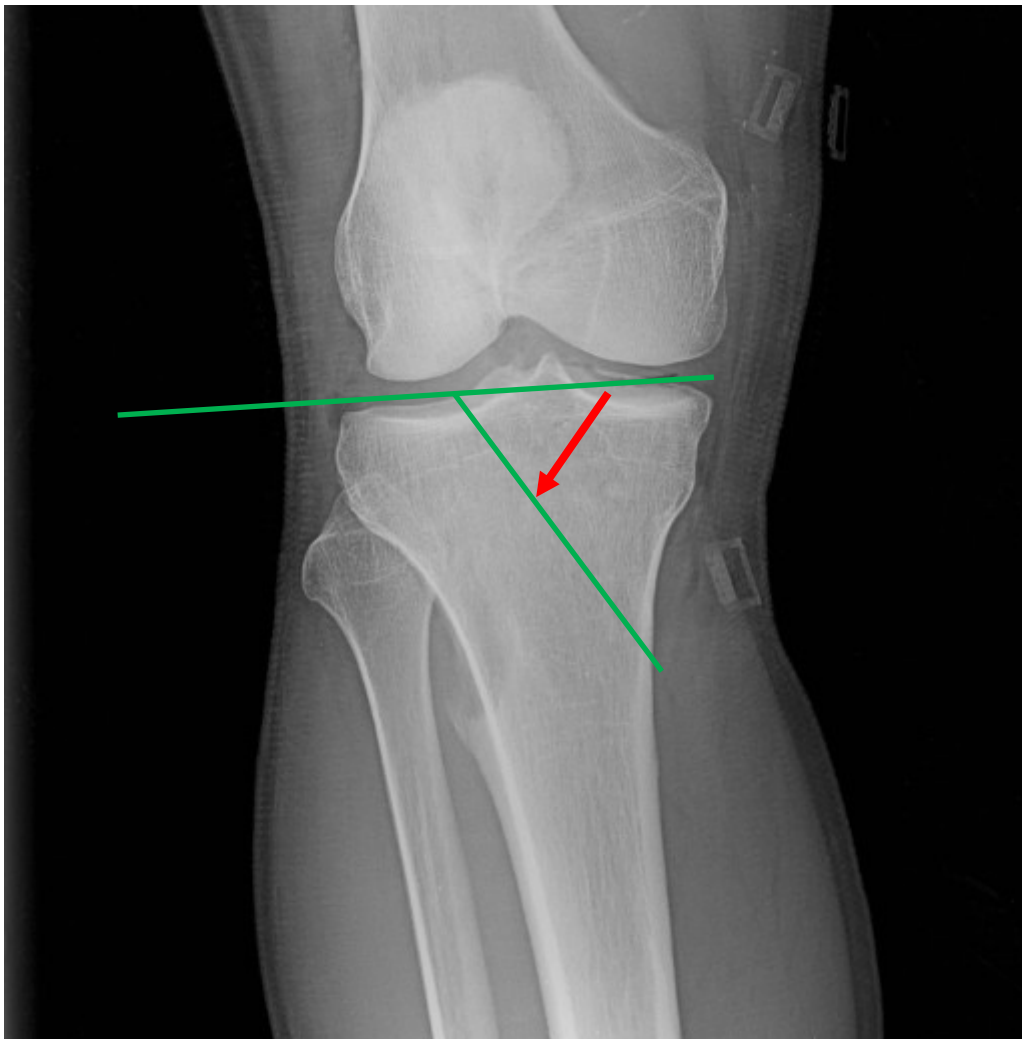


**Figure 27: Résultats de positionnement du tunnel fémoral par rapport à l'intersection de ligne de Bluemnsaat et la corticale postérieure du fémur**

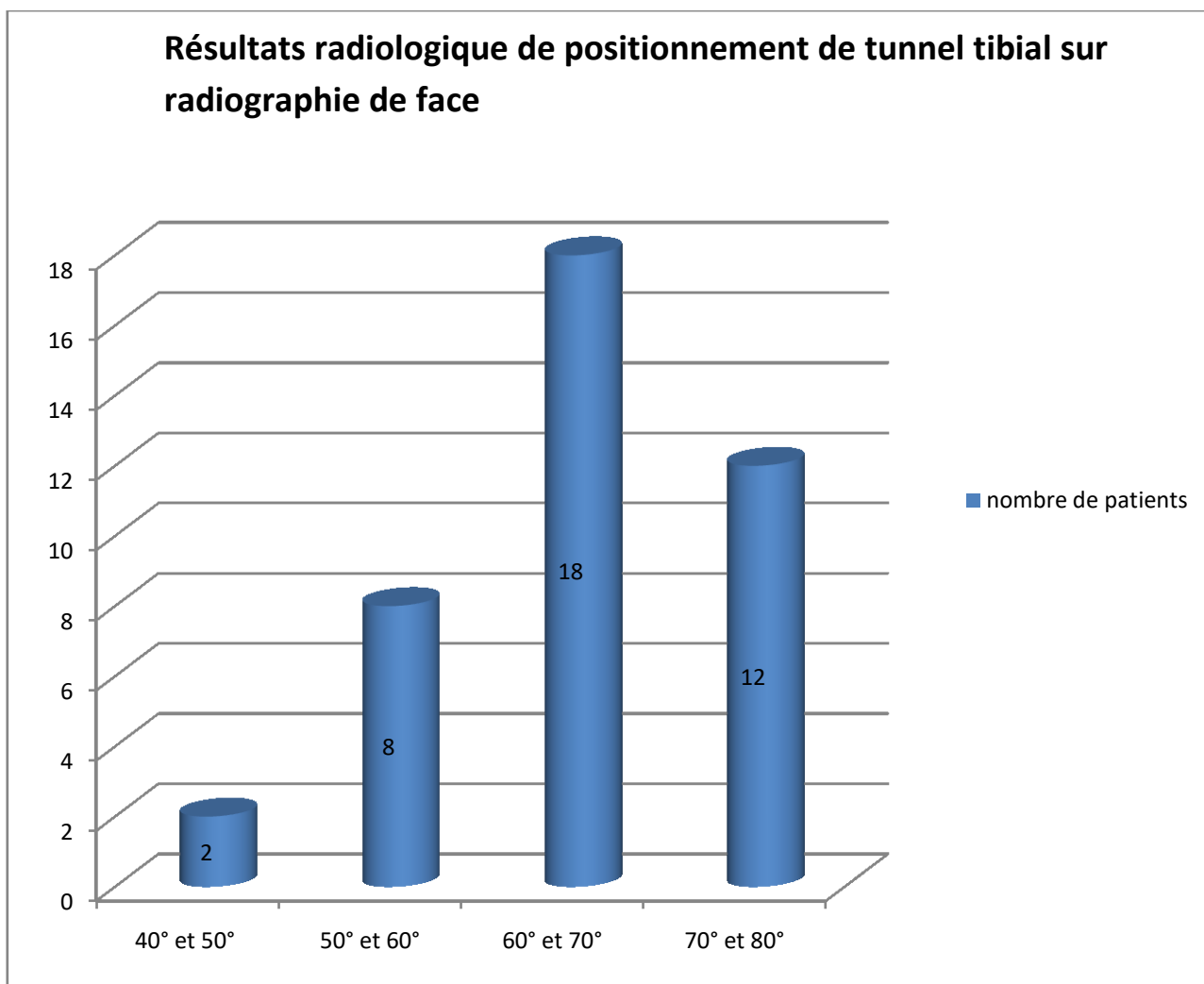
## 2. Tunnel tibial :

### a. Incidence de face :

On a mesuré l'angle entre le plateau tibial interne et le bord externe du tunnel tibial (figure numéro28) et on a trouvé que les angles varient entre 40° et 80° avec un moyen de 60° (figure numéro 29) [17].



**Figure 28: radiographie de face du genou montrant l'angle entre le plateau tibial et le bord externe du tunnel tibial**



**Figure 29 : Résultats radiologique de positionnement de tunnel tibial sur radiographie de face**

**b. Incidence de profil :**

On a évalué le positionnement du tunnel tibial dans notre travail par 2 méthodes :

➤ **Positionnement du tunnel tibial par rapport à la ligne de Blumnsaat :**

Le tunnel tibial doit être orienté en parallèle avec la ligne de Blumnsaat qui se définit par la tangente à la corticale du fond de l'échancrure inter condylienne (Figure numéro 30 :ligne rouge) [15].

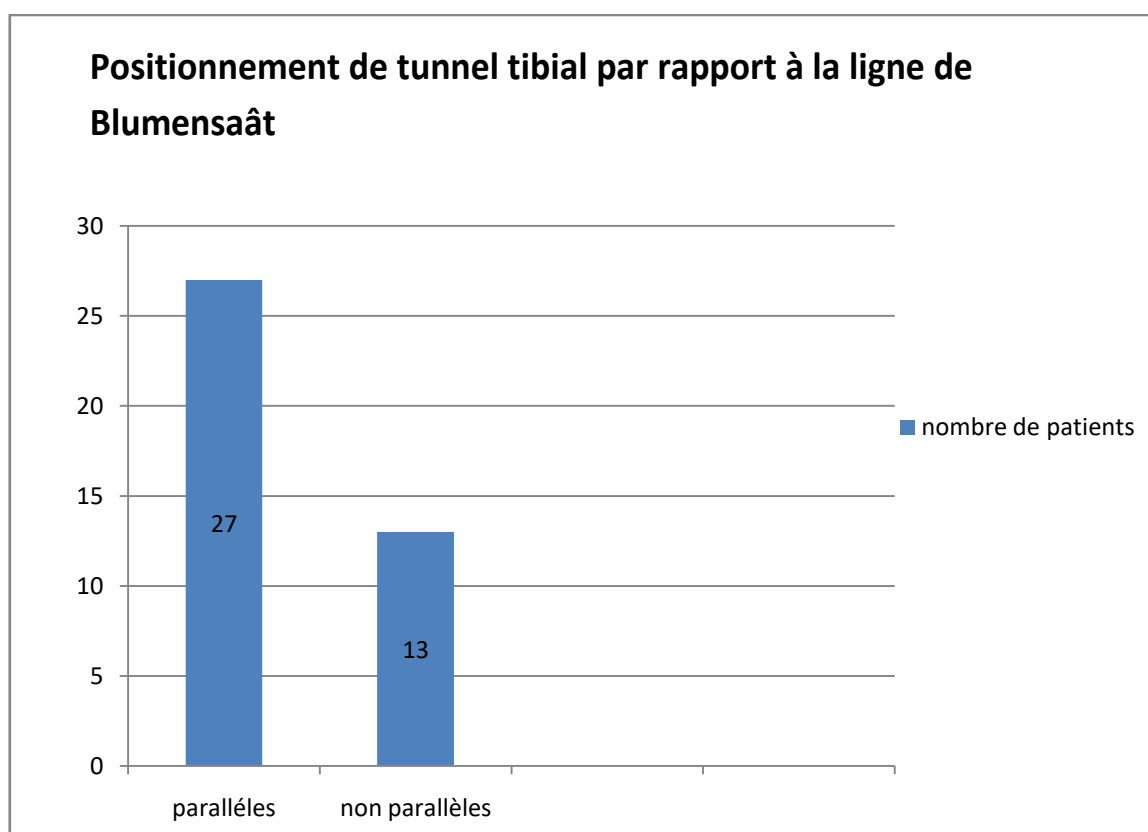
La partie distale du tunnel tibial doit commencer en avant de l'épine tibiale antérieure et arrivant distalement jusqu'à la tubérosité tibiale antérieure

L'ouverture intra articulaire du tunnel doit être complètement postérieure de la ligne de Blumnsaat[15].

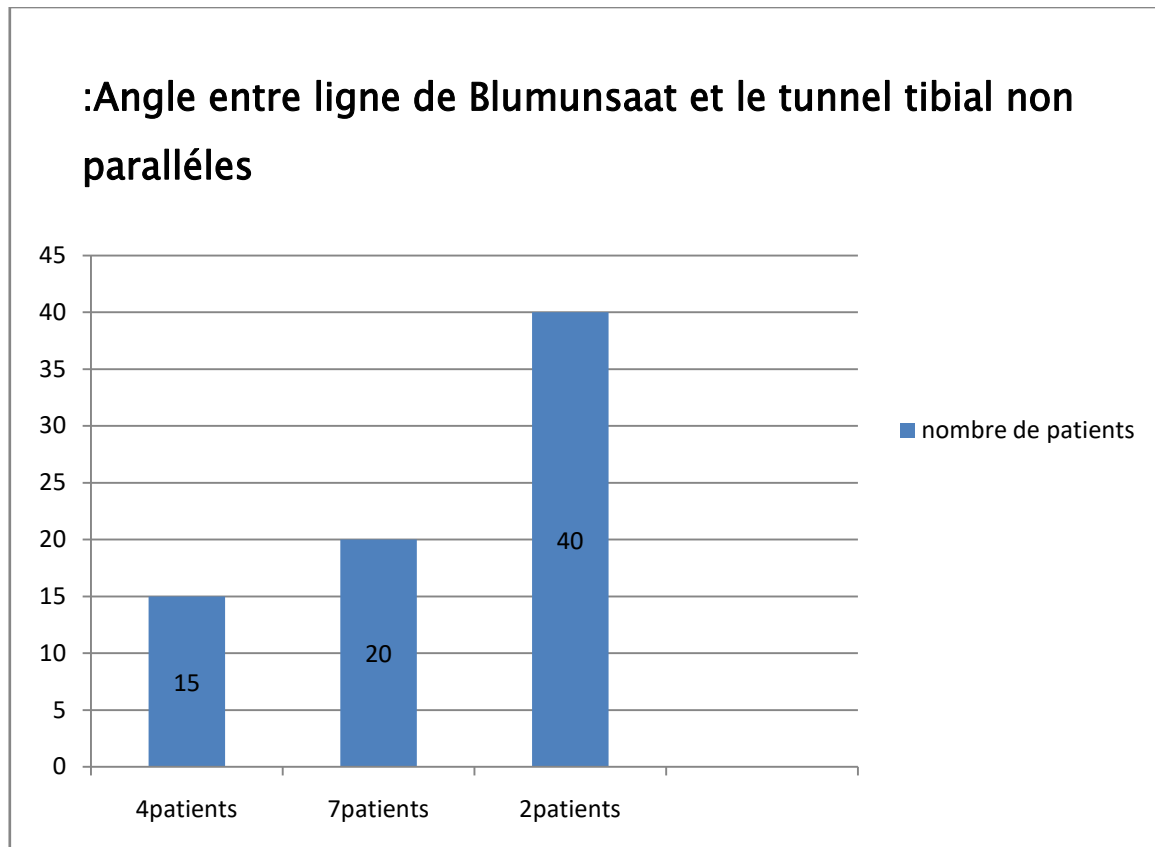
On a trouvé que la ligne de Blumnsaat est en parallèle avec le bord externe du tunnel tibial chez 27 patients soit 67,5%, par contre ils ne sont pas en parallèles chez 13 patients soit 32,5% (figure31) avec un angle d'intersection varie entre 15° et 40° avec un moyen de 22,5° (figure 32).



**Figure 30 : Positionnement normal de tunnel tibial en radiographie de profil**



**Figure 31 : Positionnement de tunnel tibial par rapport à la ligne de Blumensaât**



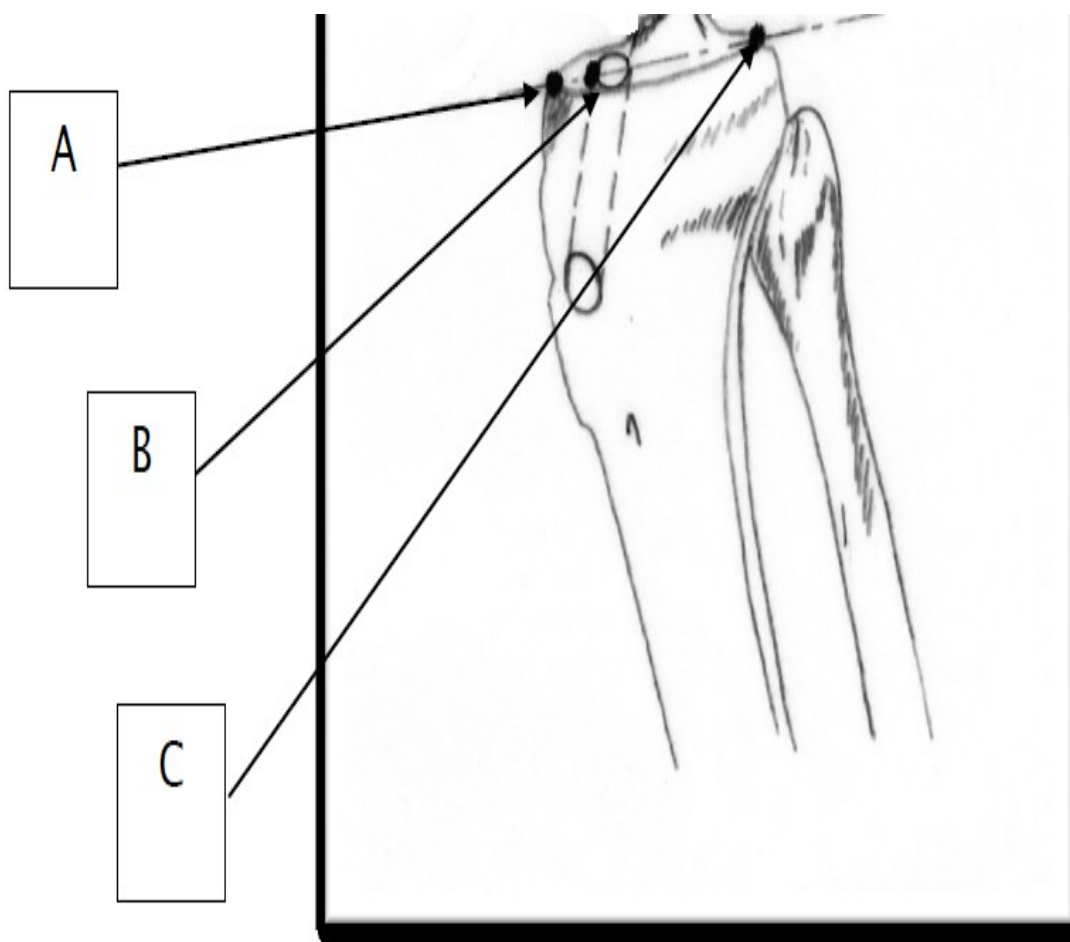
**Figure 32:Angle entre ligne de Blumunsaat et le tunnel tibial non parallèles**

➤ **la méthode d'Aglietti :**

Nécessite une radiographie de profil, centrée à l'aide de l'amplificateur de brillance.

Pour la position du tunnel tibial, l'indice d'Aglietti est le rapport de la position du bord antérieur du tunnel tibial sur la ligne tangente au plateau tibial (AB), sur la longueur de cette même ligne (AC) [18].

$AB/AC \times 100$  (figure 33 et 34).



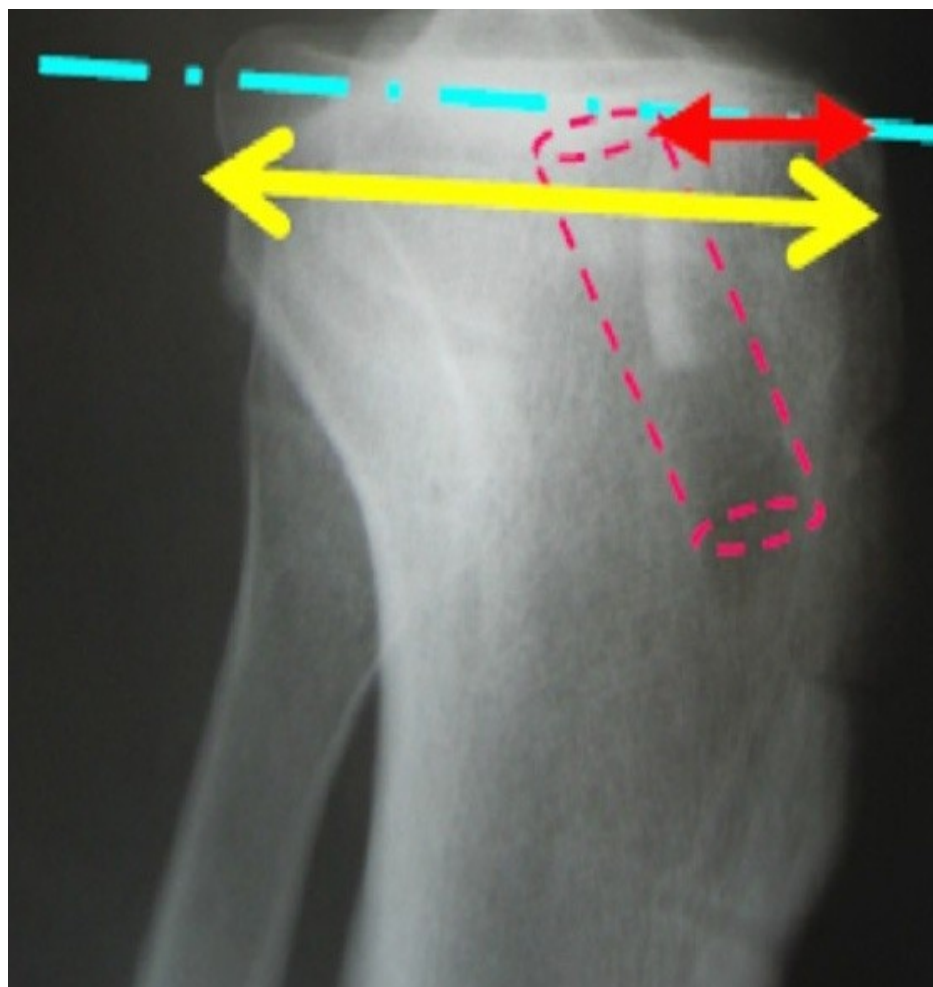
**Figure 33 : schéma montrant la méthode d'Aglietti tibial [18].**

A : bord antérieur de la glène médiale

B : bord antérieur d'orifice de sortie intra articulaire de tunnel tibial

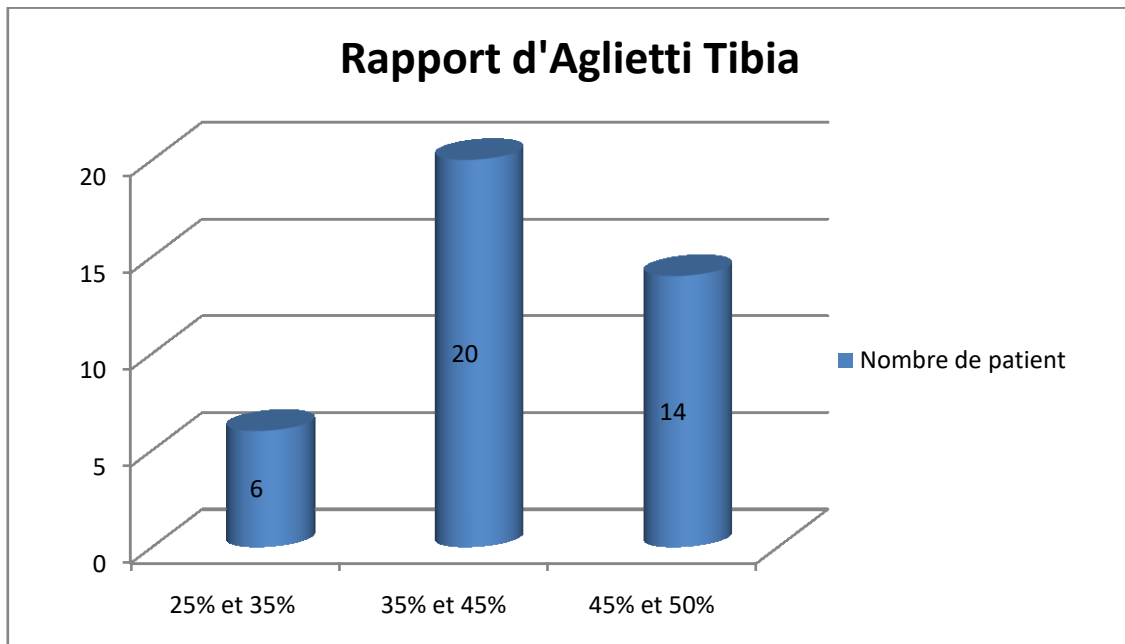
C : bord postérieur de la glène médiale





**Figure 34: Radiographie de profil de la face supérieure du tibia montrant la méthode d'Aglietti**

On a trouvé un indice d'Aglietti du tibia =  $AB/AC$  varie entre 25 % et 50% avec une moyenne de 45% (figure 35).



**Figure 35: Rapport d'Aglietti tibial**

## **VII. Complications**

Dans notre série on a trouvé 03 patients ayant une rupture du transplant lors des séances de rééducation après 4mois de la ligamentoplastie du LCA et cela présenté cliniquement par un blocage articulaire

Ces patients ont bénéficié d'une IRM postopératoire comportant :

- Des coupes sagittales T1.
- Des coupes multiplanaires en densité de protons avec saturation du signal de la graisse (DP fat sat).
- Des coupes multiplanaires T1 avec saturation du signal de la graisse et injection de Gadolinium (T1 fat satGado).

On a trouvé une rupture de la ligamentoplastie du LCA avec fissure gradelll de la corne antérieure du ménisque externe( figure 36 ).



**Figure 36 : IRM sagittale T2 montrant une rupture de matériel de ligamentoplastie**

# DISCUSSION

## I. Epidémiologie :

### 1. Age :

Dans notre série d'étude l'âge moyen était 34 ans avec des extrêmes de 18 et 50 ans.

**Tableau 3 : Répartition de rupture du LCA du genou selon l'âge en fonction des auteurs.**

Auteurs	Nombre de cas	Age moyen en année
BOIRE [19]	11	25,5
JAMBOU [20]	118	26,7
Ph laffargue [21]	79	27
By Sebastian K [22]	30	35,1
ROBERTO P [23]	30	24,2
Notre série	40	34

Dans notre série, l'âge moyen des patients rejoint les données de la littérature, du fait que cette tranche d'âge correspond à une période d'activité physique et sportive intense.

### 2. Sexe :

Tableau.4 : Répartition de rupture du LCA du genou selon le sexe en fonction des auteurs.

**Tableau 4 : Répartition de rupture de LCA selon le sexe**

Auteurs	Nombre de cas	Sexe masculin	Sexe féminin
BOIRE [19]	11	90,9	9 ,1
JAMBOU [20]	118	67 ,4	32 ,6
Ph laffargue [21]	79	73,4	26,6
By Sebastian K [22]	35	22	13
ROBERTO P [23]	30	80	20
Notre série	40	95%	5%

Le sexe masculin est majoritaire dans toutes les séries, ceci s'explique par le fait que les hommes pratiquent plus de sports, et les sports de haute violence ne sont pas de pratique courante chez nos femmes.

### **3. Côté atteint :**

**Tableau 5 : Répartition de rupture de LCA selon le côté atteint en pourcentage**

Auteurs	Nombre de cas	Coté atteint droit	Coté atteint gauche
Costa [24]	60	58,33	41,67
Pierre [25]	86	53	47
Notre série	40	60	40

Nos résultats s'approchent de Costa (24) et Pierre [25] qui ont rapporté une dominance du côté droit par rapport au coté gauche.

#### 4. Etiologies :

La rupture du LCA survient dans 85% des cas à l'occasion d'une activité sportive, plus rarement il s'agit d'un accident de la circulation ou d'un accident de travail.

Les sports principalement incriminés associent pivot et contact, mais également dans une forte proportion pivot sans contact [26], (le football, la handball, le tennis, le rugby).

Dans notre série l'accident de sport est l'étiologie la plus fréquente (53,3%) suivi des AVP (13%). Ces résultats rejoignent ceux de la littérature [27].

Dans notre série le sport pratiqué par la majorité de nos patients est le football, qui reste le sport le plus populaire dans notre pays.

#### 5. Mécanisme de survenue :

**Tableau 6 : Répartition des patients selon le mécanisme de rupture de LCA**

Auteurs	Nombre de cas	Mécanisme : VFRE	Mécanisme : Hyperextension	Mécanisme : VFRI
Ph Laffargue [21]	79	33,5%	11,4%	5%
Hasnaoui Mardassi [28]	22	68%	5%	0%
Notre série	40	45%	10%	5%

On constate alors que dans toutes les séries le mécanisme de survenue est souvent indirect par valgus flexion rotation externe, et dans notre contexte 30% des cas le mécanisme est non précisé



## **II. Etude clinique :**

### **1. Signes fonctionnels :**

La douleur a été présentée chez tous les patients soit 100% : elle pourrait être liée à la non cicatrisation du LCA rompu, à la présence d'hydarthrose dans le genou, une méniscope ou une arthrose débutante du genou traumatisé.

Ce résultat est superposable à celui de DE LECLUSE J. [29] BOUSQUET G. et Coll. [30], qui ont trouvé respectivement 91% et 89%.

Le craquement articulaire a été observé chez 32 cas dans notre échantillon soit 80%.

ANDRE E. et Coll. [31] a rapporté 22% dans sa série.

Cette différence est liée à un retard de prise en charge du traumatisé.

L'impotence fonctionnelle partielle du membre inférieur concerné a été retrouvée dans 21 patients soit 52.5% des cas. Elle semblerait être liée à la douleur et au dérobage du genou.

Ce résultat est conforme à ceux de SIERGRIST O. [32] , GARUIN C. et Coll. [33] et BRUNET E. et Coll. [34] qui ont trouvé respectivement 51,5%, 53% et 54%.

## 2. Examen physique :

L'examen de LACHMANN TRILLAT. ( Figure37) a été positif dans 100% des cas , et Le mouvement de TIROIR ANTERIEUR positif a été retrouvé dans 80% des cas [35].

Ces deux signes regroupés ont une spécificité globale de rupture du LCA de 98%.

Ceci est conforme aux résultats de BOEREE WR. Et Coll. [36], DONALDSON [37], JONSSON T. [38] et KIM S. [39] qui a retrouvé la même spécificité.

Le tiroir postérieur positif n'a été retrouvé chez aucun cas de nos patients. Selon GRAMMONT P.M. et Coll. [40] qui rapporte 7% et cela dans un contexte de polytraumatisés.



**Figure 37 : test de LACHMANN TRILLAT [35]**

### **III. Etude paraclinique :**

#### **1. Bilan Radiologique :**

##### **1.1. Radiographie standard :**

Elle permet d'éliminer une fracture, d'apprécier un éventuel remaniement des interlignes articulaires .On recherche une encoche, une image en double contour souvent mal visualisée de face mais bien vue sur la radiographie de profil au niveau d'un condyle, une ancienne fracture de l'épine tibiale antérieure, une avulsion de la capsule antéro-externe (fracture de Segond) [41] (figure 38) , une décoaptation externe asymétrique (lésions des formations externes), une ossification du ligament latéral interne (Pellegrini-Stieda). Un cliché en schuss est réalisé systématiquement après 40 ans, ou si le délai avec l'accident est supérieur à 5 ans, ou en cas de méniscectomie interne préalable, d'anomalies sur le cliché en extension.

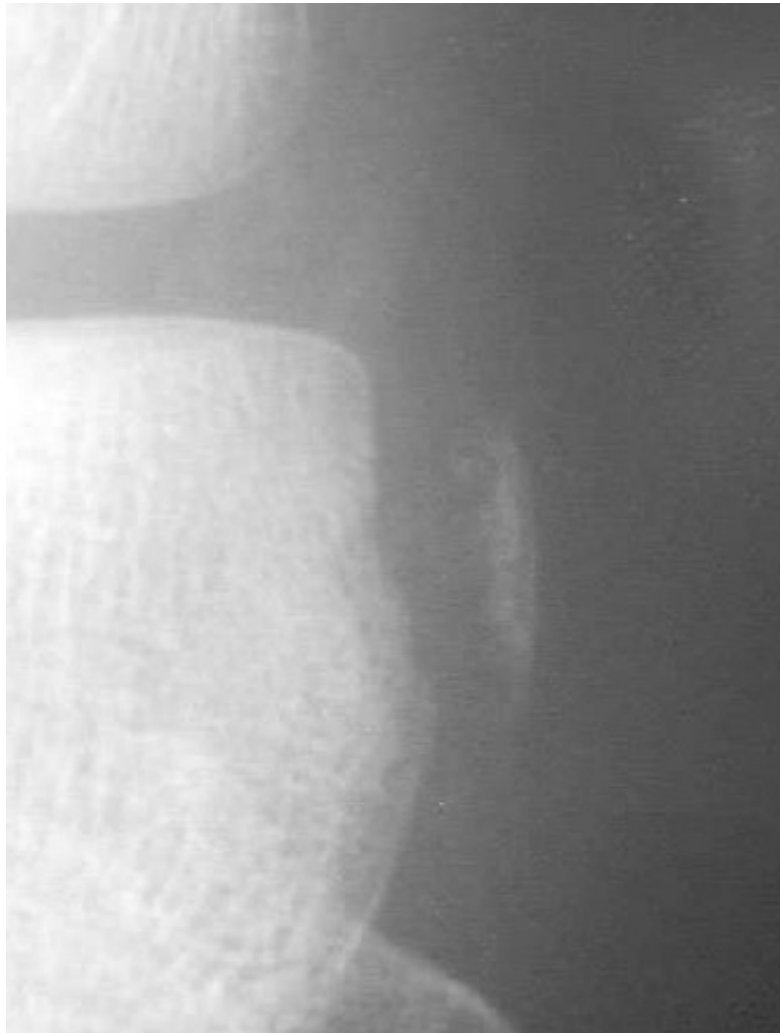


Figure 38: radiographie du genou face mettant en évidence une fracture de Segond.

[41]

Dans notre série, tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie standard du genou face et profil, n'ayant objectivée aucune anomalie chez 80% ; un arrachement des épines tibiales (antéro-interne) chez un patient ; 1 cas de fracture de plateau tibial et un cas d'arthrose fémorotibiale.

## **1.2. L'imagerie par résonance magnétique (IRM):**

### **a. Intéret:**

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) du genou constitue la technique d'imagerie de référence, non seulement pour confirmer la suspicion diagnostique de rupture du LCA, mais surtout pour rechercher les lésions associées susceptibles de modifier la prise en charge thérapeutique.

Sa sensibilité varie selon les études de 92 à 100 %,et sa spécificité de 82 à 100 % [42—45].

### **b. Technique:**

L'IRM 3 Tesla semble améliorer les performances diagnostiques avec une sensibilité et une spécificité de 100 % [46].

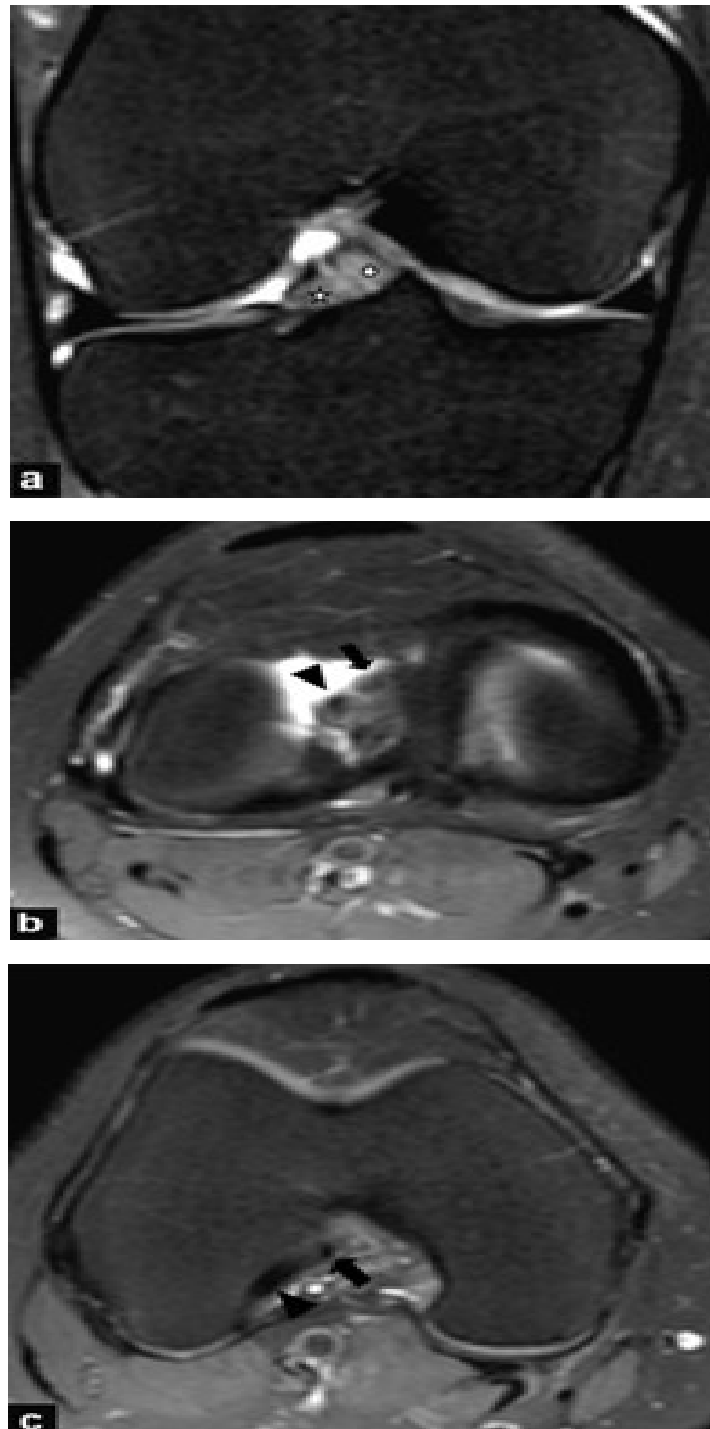
Les séquences habituelles pour les IRM de genou sont : leT1 sagittal [47], la densité protonique avec saturation de la graisse (DP FS) dans les trois plans axial, coronal et sagittal [41]. Des séquences additionnelles suivant l'orientation spatiale théorique du LCA ont été proposées : plan coronal oblique en densité protonique [48—51]; plan sagittal oblique en densité protonique [49,50].Les séquences DP 3 plans peuvent aujourd'hui avantageusement être remplacées par une séquence volumique 3D en contraste sensible au signal de l'eau [52] : cette séquence d'une durée approximative de trois à cinq minutes présente les mêmes performances que les séquences usuelles [52]. Elle permet d'obtenir un volume sur le genou et de se positionner sur les reconstructions dans l'axe du LCA, remplaçant ainsi les séquences additionnelles dans l'axe du LCA auparavant proposées.

**c. Résultats :****➤ Rupture totale de LCA**

- **Les signes directs de rupture du ligament croisé antérieur(LCA) [53, 54,55]:**

On retient deux signes directs majeurs :

1. la discontinuité partielle ou totale dans au moins un plan de lecture. C'est un des signes les plus importants dans le diagnostic des ruptures du LCA [53,54,56] : le LCA est visualisé puis il existe une interruption des fibres. La sensibilité et la spécificité sont respectivement de 66 % et 100 % [56] ( figure39) .



**Figure 39. Le ligament croisé antérieur (LCA) normal et ses deux faisceaux en IRM : a : plan coronal en densité de proton avec saturation de graisse (DP FS), genou droit, partie antérieure de la fosse intercondylienne : faisceau antéro médial(FAM) (croix blanche), faisceau postérolatéral (FPL) (étoile blanche) ; b : plan axial DP FS genou droit, coupe passant par les plateaux tibiaux : FAM (flèche noire) et FPL (tête de flèche noire) ; c : plan axial DP FS genou droit, coupe haute dans la fosse intercondylienne : FAM (flèche noire) et le FPL (tête de flèche noire) [56].**

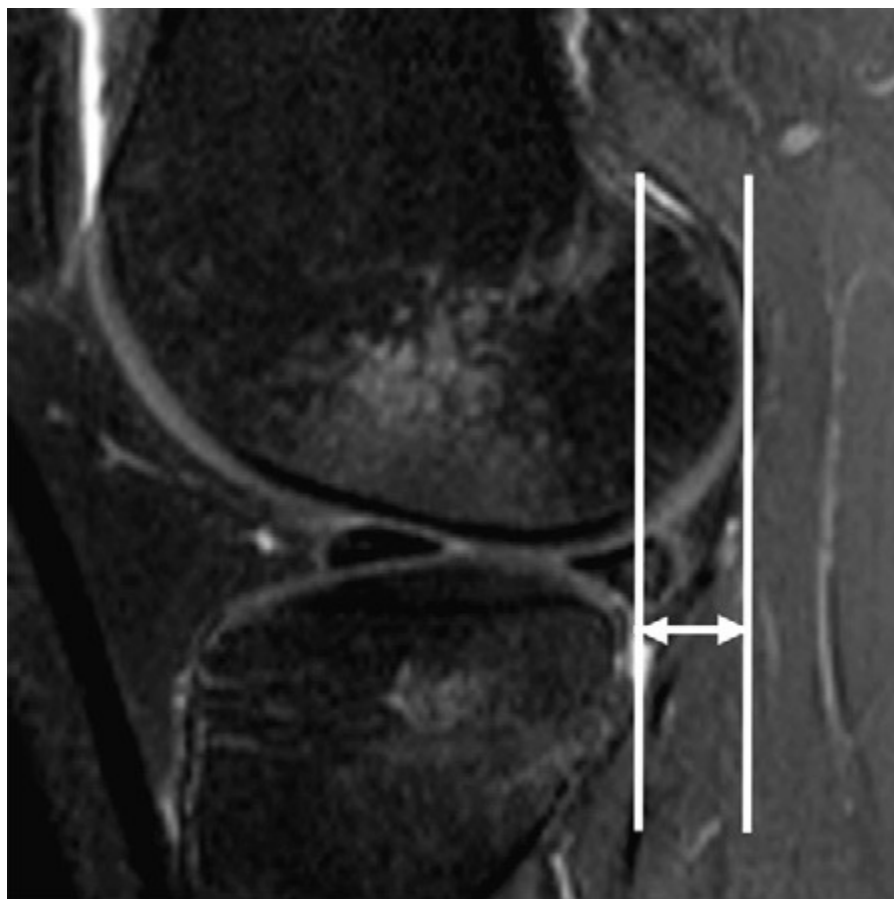
2. L'horizontalisation du fragment distal du LCA : l'horizontalisation du LCA est un excellent signe direct [52] de rupture du LCA avec une sensibilité et une spécificité proches de 100 % [52,55]. Elle est bien objectivée sur les coupes sagittales : divergence de plus de 15° par rapport au toit de la fosse intercondylienne, angulation inférieure à 45° par rapport au plateau tibial [55]. La rupture siège le plus souvent dans la portion proximale du LCA, dont le moignon distal s'horizontalise et parfois s'accroche au LCP (mise en « nourrice ») [56].

▪ **Les signes indirects de rupture du ligament croisé antérieur (LCA)**

Ils sont la conséquence du mécanisme de la rupture du LCA, voire de l'instabilité secondaire. Ils peuvent aider au diagnostic de rupture du LCA mais ne peuvent être utilisés en ce sens si aucun signe direct de rupture du LCA n'est présent :

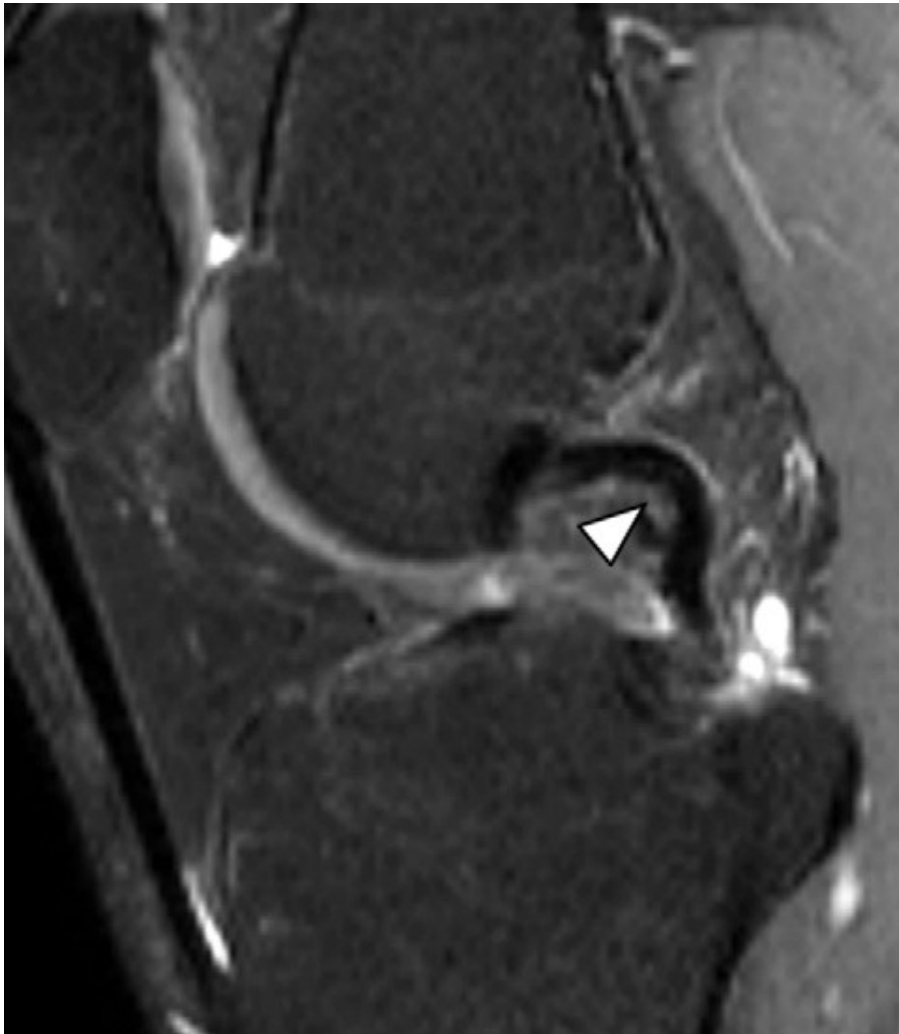
1. la subluxation antérieure du plateau tibial latéral par rapport au fémur. Elle est mise en évidence sur les coupes sagittales passant par le milieu du condyle fémoral latéral. Elle est définie par une augmentation de la distance entre le bord postérieur du plateau tibial latéral et la tangente au bord postérieur du condyle fémoral latéral de plus de 5 mm [56-59]. Il s'agit d'un bon signe pour le diagnostic des ruptures du LCA avec une sensibilité de 74 % et une spécificité de 96 % [56, 59,60] (figure 40).





**Figure 40 : Subluxation antérieure du plateau tibial latéral. Plan sagittal en densité de proton avec saturation de graisse (DP FS) : décalage entre le bord postérieur du plateau tibial latéral et le bord[56] Postérieur du condyle fémoral latéral de 11 mm.**

2. Verticalisation du LCP : cet aspect est lié à une détente anormale du LCP. Dans le plan frontal, cet aspect se manifeste par la visibilité sur une même coupe, d'une trop longue portion du LCP (figure 41) [53].



**Figure 41 : Verticalisation du ligament croisé postérieur (LCP) lors d'une rupture du ligament croisé antérieur (LCA) confirmée par l'arthroscopie. Plan sagittal en densité de proton avec saturation de graisse (DP FS) : la portion distale du LCP est verticale. Le LCP est concave vers l'intérieur (tête de flèche blanche) [56].**

### 3. Epanchement intra-articulaire, non spécifique.

#### ➤ **Les ruptures partielles :**

Il s'agit d'un groupe de lésions plus ou moins importantes dont le pronostic est variable. Elles représentent 10 à 35 % des lésions du LCA [61,62]. Leur diagnostic formel est difficile car l'arthroscopie peut être à l'origine de faux positifs (cicatrisation en « nourrice » d'une rupture complète du LCA) et de faux négatifs (rupture de quelques fibres du LCA sans traduction arthroscopique). Un tiroir antérieur modéré avec arrêt dur est un élément clinique évocateur. Les ruptures partielles sont également difficiles à détecter en IRM [63]. Une augmentation subtile de l'intensité du signal du LCA est parfois le seul signe. La majorité des fibres demeurent visibles et l'axe global du LCA demeure souvent normal. Ces ruptures touchent préférentiellement le FAM [64].

#### ❖ **Les lésions associées :**

L'IRM permet également la détection de certaines lésions associées[65] :

- I. Fissures méniscales
- II. Ligaments collatéraux
- III. Contusions et impactions osseuses
- IV. Lésions chondrales
- V. Fractures avulsions

Dans notre série, l'IRM a mis en évidence dans 80% des cas des signes directs de rupture du LCA : une rupture en plein corps dans 50% des cas, une désinsertion fémorale dans 10% des cas et un LCA non visible dans 20% des cas. et des signes indirectes dans 20% des cas : ce qui présente une sensibilité et une spécificité de 100%.

### **1.3. Arthrographie :**

C'est une radiographie du genou avec injection intra-articulaire du produit de contraste.

L'analyse de la tente synoviale des croisés est trompeuse ne permettant pas d'étudier avec fiabilité l'intégrité du LCA, elle renseigne plutôt sur l'état des ménisques dont l'atteinte associée est assez fréquente.

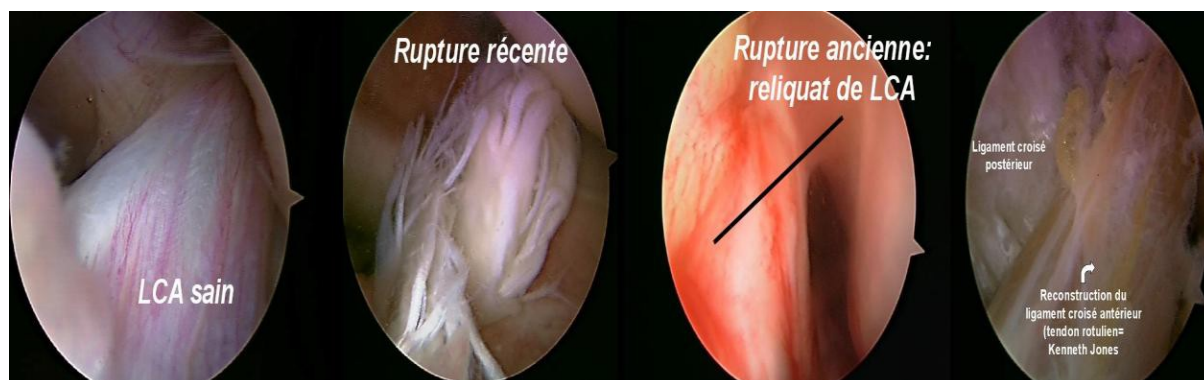
Dans notre série aucune arthrographie du genou n'a été réalisée, c'est un examen qui est actuellement abandonné.

### **1.4. Arthroscanner :[66, 67]**

Cet examen peut permettre le diagnostic de rupture du LCA. On peut visualiser une désinsertion supérieure, soit par un aspect vide de la zone d'insertion fémorale comblée de façon anormale par du produit de contraste (visible sur au moins deux plans de coupe orthogonaux), soit par une interruption du ligament avec solution de continuité au sein des fibres. Chez le sujet jeune, il est également possible de visualiser un fragment pré-spinal. L'IRM semble cependant supérieure et réalisée en priorité pour le bilan des lésions ligamentaires du genou.

## **2. Arthroscopie diagnostique:**

C'est un examen invasif qui se fait sous anesthésie générale ou locorégionale. A côté de ce rôle diagnostique l'arthroscopie a un rôle thérapeutique : elle traite les différentes lésions méniscales, ligamentaires et cartilagineuses [68] ( figure 42).



**Figure 42 : Différents aspects arthroscopies du LCA [68].**

## **IV. Traitement chirurgical :**

### **1. Choix thérapeutiques :**

Les indications absolues au traitement des lésions du LCA ne sont pas encore clairement définies dans la littérature. On admet généralement que les LCA insuffisants sont à l'origine d'une altération marquée des capacités biomécaniques et dynamiques des genoux lésés.

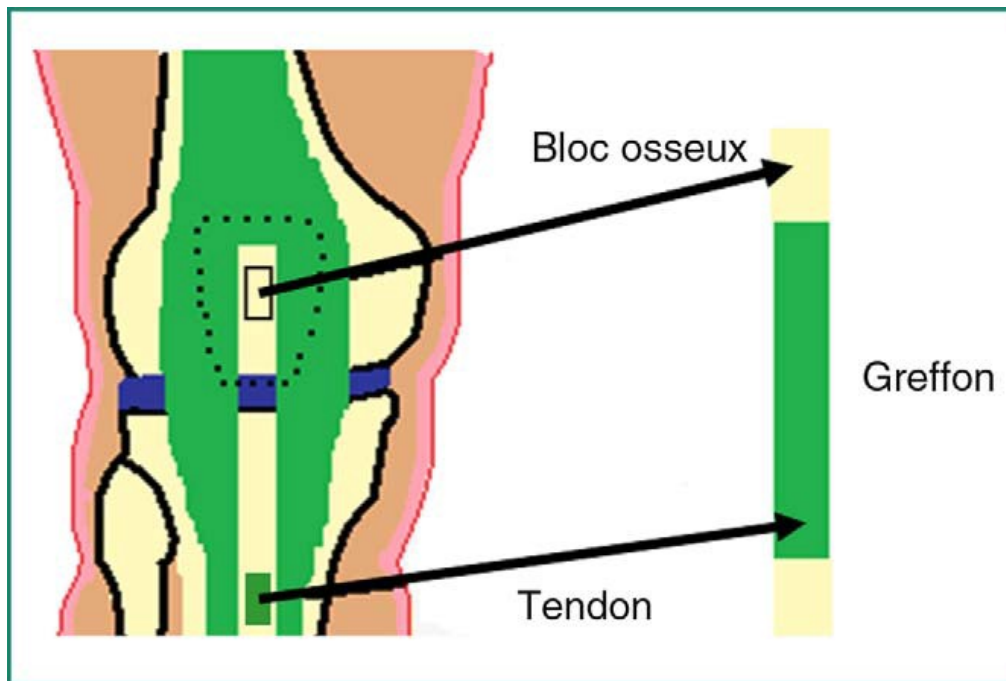
L'abstention chirurgicale est probablement le meilleur traitement chez les patients âgés, pas motivés et n'ayant peu ou pas d'activité sportive.

Un traitement chirurgical est considéré comme préférable chez les jeunes adultes demandeurs, ayant un haut degré d'activité ou pratiquant un sport de compétition.

En cas de lésions associées d'un ménisque, la reconstruction du LCA est également favorable à une meilleure évolution et à un ralentissement du processus arthrogène.

Dans tous les cas une rééducation doit être prescrite afin de renforcer le soutien des muscles quadriceps et ischio jambiers et d'améliorer la proprioception.

Tous nos patients ont été opérés selon la technique os-tendon rotulien-os selon Kenneth Jones (figure 43)



**Figure43 : Schéma résumant la technique du transplant ostéotendineux de Kenneth-Jones utilisant le tiers central du ligament patellaire muni à ses deux extrémités d'une petite portion de ses insertions osseuses sur la tubérosité tibiale antérieure (TTA) et sur la patella[69].**

3 techniques différentes de ligamentoplasties du LCA (autogreffes) ont été utilisées :

- Transplant libre de fascia lata renforcée au gracilis ou au semi-tendineux (FL),
- Transplant aux ischio-jambiers (droit interne-demi tendineux [gracilis-semi tendineux]: DIDT ou IJ),
- Transplant au tendon patellaire (TP ou Kenneth-Jones : KJ).

Le choix du transplant dans la chirurgie reconstructrice du ligament croisé antérieur (LCA) reste un problème d'actualité. A l'heure actuelle, les transplants les plus utilisés sont les ischio-jambiers (DIDT) et le tendon patellaire (os-tendon-os) qui ont chacun leurs propres avantages et inconvénients.

L'utilisation des tendons du demi-tendineux et du droit interne ( **DIDT**) combinés de manière a former un greffon à 2ou 4 faisceaux ; est également très courante ; cet implant est très rigide avec une résistance à la charge 2 fois supérieur du LCA natif ;mais sa fixation et son intégration aux sites d'insertion sont plus difficiles[69].

## **2. Les voies d'abord arthroscopiques :**

Elles comportent :

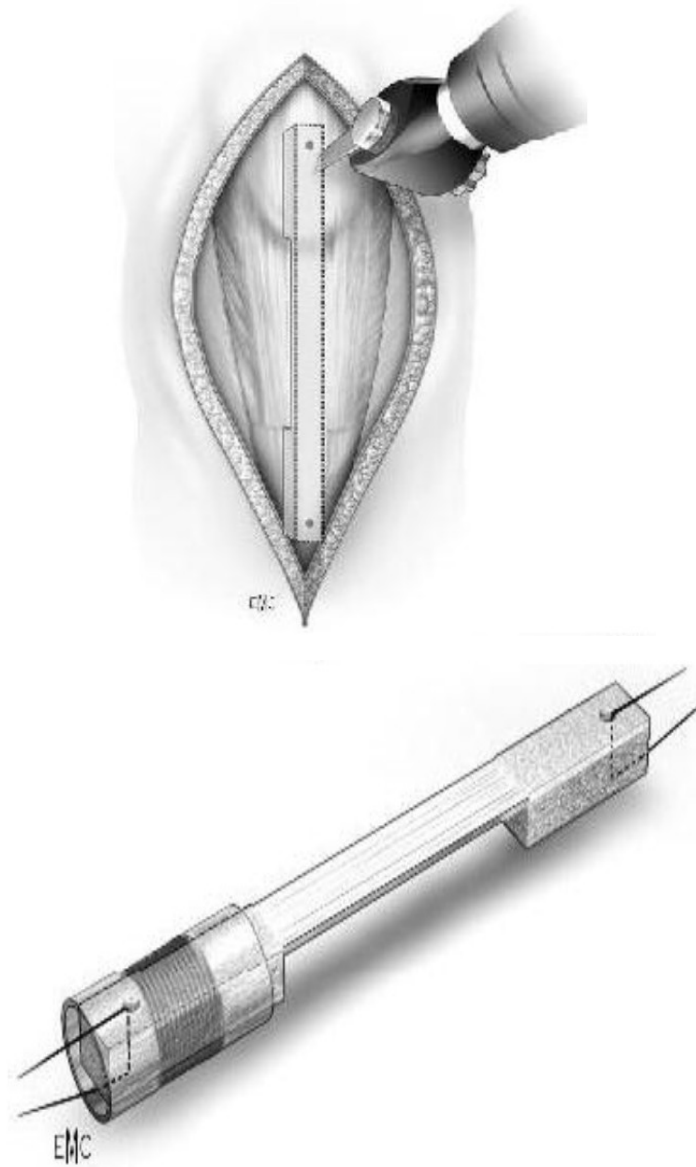
- une voie d'abord antéroexterne pour l'optique au niveau de l'interligne du genou au centre du triangle formé par le bord externe de la rotule, le bord antérieur du condyle externe et du bord antérieur du plateau tibial externe.
- une voie d'abord antérointerne dans le triangle symétrique.
- la voie d'abord antéro médiane trans tendineuse de Gilquist est utilisée par certains auteurs.
- la voie d'abord antéro supérieure dans le cul de sac quadricipital pour l'irrigation lavage.

## **3. Ligamentoplastie utilisant le tendon rotulien sous contrôle arthroscopique : Kenneth Jones :**

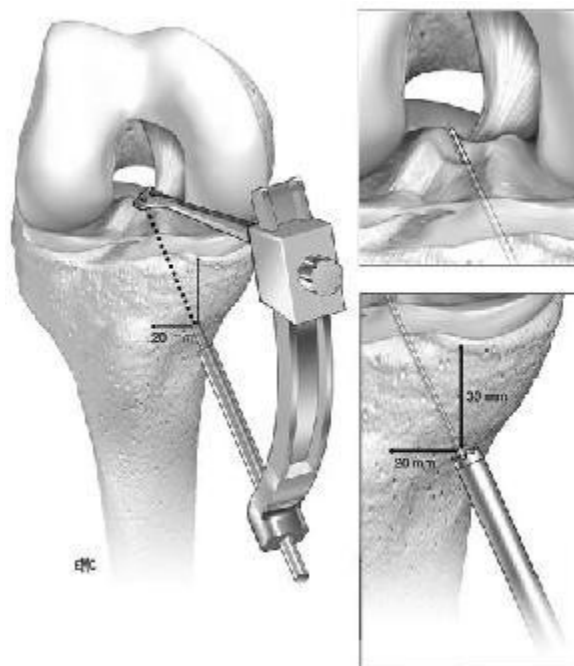
- Prélèvement du tiers moyen du tendon rotulien avec au niveau du tibia un prélèvement de forme trapézoïde
- Forage du tunnel tibial sous contrôle arthroscopique aboutissant en intra articulaire au point anatomique
- Forage du tunnel fémoral sous contrôle arthroscopique de dedans en dehors
- Passage du transplant de haut en bas, fragment rotulien en avant
- Fixation par press fit du fragment tibial trapézoïdal, fixation du fragment rotulien par une vis d'interférence résorbable PLA.



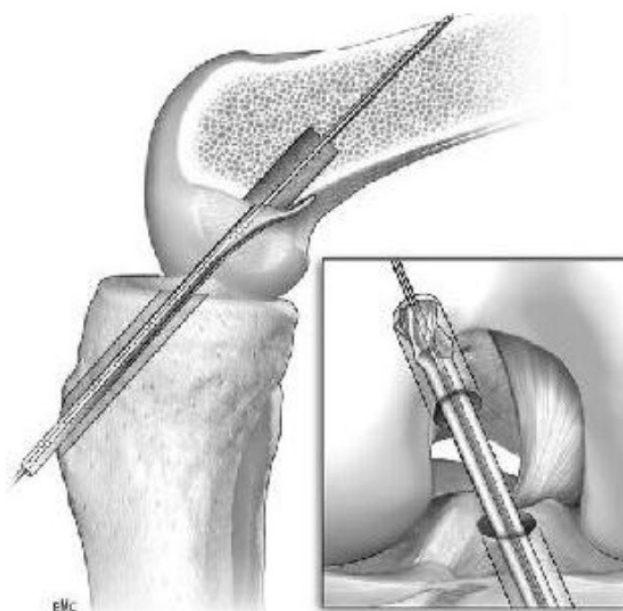
- Il est important de se rappeler que l'insertion fémorale du LCA se situe en totalité sur la face axiale du condyle externe, en arrière d'un plan frontal passant au niveau de la corticale métaphysaire postérieure sur une surface qui s'inscrit à l'intérieur du demi-cercle représenté par le rebord cartilagineux axial du condyle externe. Le point le plus antérieur de cette insertion se situe juste en arrière du toit de l'échancrure inter condylienne et correspond au point le plus isométrique. C'est la méthode la plus utilisée actuellement (figure44\_47).



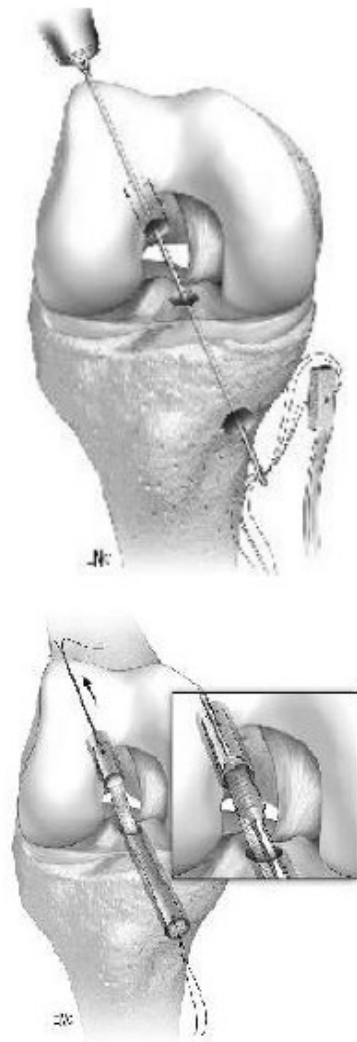
**Figure 44 : Prélèvement du greffon [70]**



**Figure 45: Repérage et creusement du tunnel tibial [70]**



**Figure 46: Repérage et creusement du tunnel fémoral [70]**



**Figure47: Mise en place et fixation du greffon[70]**

#### **4. Avantages de l'arthroscopie : [70–72]**

A l'avantage d'être non délabrante, esthétique avec des suites immédiates plus simples autorisant une rééducation précoce. Ph. Laphargue [73] a comparé l'arthrotomie et l'arthroscopie dans la reconstruction du LCA et il a montré grâce à son étude que les techniques de reconstruction du LCA sous arthroscopie permettent par rapport à l'arthrotomie une récupération fonctionnelle initiale plus rapide en ce qui concerne les déficits des ischiojambiers et les amplitudes articulaires, mais qu'au-delà de 6 mois il n'existe plus de différence significative entre les deux techniques et donc a conclu que l'arthroscopie est préférable car elle permet une rééducation et une récupération fonctionnelle plus rapide

El Khadime [74] dans son travail a comparé deux groupes de patients qui ont fait une ligamentoplastie du LCA, un sous arthroscopie et l'autre par arthrotomie. Dans le groupe arthroscopie les résultats sont excellents et bons dans 80% des cas, tandis que dans le groupe arthrotomie elles sont à 73%. La voie arthroscopique permet une meilleure vision et une reconstitution fidèle du tunnel fémoral, des suites peu douloureuses, une rééducation plus précoce avec réveil quadricipital plus facile et une meilleure récupération musculaire.

## **V. Evaluation des ligamentoplasties**

### **1. Evaluation clinique:**

#### **a. Scores fonctionnels :**

L'évaluation des résultats fonctionnels des différentes techniques chirurgicales du LCA est devenue indispensable et incontournable. C'est pourquoi plusieurs scores fonctionnels ont été élaborés : score de Lysholm, score d'ARPEG, l'IKDC.

Le score IKDC (Comité international de documentation du genou) depuis sa publication en 1993 Hefti et Müller [75,76] reste le score le plus utilisé à l'échelle internationale [77].

Il comporte deux modules : un module subjectif et un module objectif.

Mayer et al. ont démontré que cette échelle est la plus sensible aux variations objectives après la reconstruction chirurgicale du LCA [78].

Laurence et al [79], dans une étude d'une population de 1534 patients porteurs de pathologies diverses du genou, ont montré la validité de ce score. Bak et al [80], ont montré aussi la validité de l'IKDC.

Malgré certaines critiques de ce score, (La sévérité de la classification IKDC qui ne prend en compte que la pire valeur notée sur l'ensemble des items [81]) le score IKDC reste le plus valide en terme de sensibilité et de reproductibilité.

Dans notre étude on s'est basé sur le score IKDC pour évaluer les résultats fonctionnels chez nos patients.

**b. Résultats fonctionnels de la technique de K.J :****- IKDC subjectif :****Tableau 7 : Les données de l'analyse de la littérature du score IKDC Subjectif**

séries	Technique	Nombre de cas	Recul (mois)	Score IKDC subjectif en %
Granan [81] 2009	Kenneth Jones	17000	24	/
Aglietti [82] 2010	Kenneth Jones	70	24	78
Notre série	Kenneth Jones	40	24	72

Nos résultats apparaissent également satisfaisants sur le score IKDC subjectif par rapport à la littérature avec une moyenne de 92. Aglietti et al [82], ont retrouvé un score de 75 pour le KJ en 2007, de 78 en 2010.

**- IKDC objectifs :****Tableau.8 : Les données de l'analyse de la littérature du score IKDC objectifs**

séries	Technique	Nombre de cas	Recul (mois)	Score IKDC objectif (A+B) en %
Roe [83] 2005	Kenneth Jones	70	84	85
Pinczewski [84] 2007	Kenneth Jones	75	120	75
Notre série	Kenneth Jones	40	72	80

## **2. Evaluation radiographique post opératoire :**

### **a. Radiographie standard:**

Les clichés simples sont essentiels et réalisés en post-opératoire immédiat puis en cas de complication ils visent à décrire le positionnement des tunnels fémoral et tibial après la ligamentoplastie du LCA

La précision du positionnement de tunnel tibial et fémoral assure le succès de la chirurgie du LCA, leur bon positionnement est primordial pour avoir des bons résultats fonctionnels et cliniques, il doit être évalué et documenté pour chaque patient après une ligamentoplastie du LCA [1]. Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque la reconstruction est pratiquement anatomique.

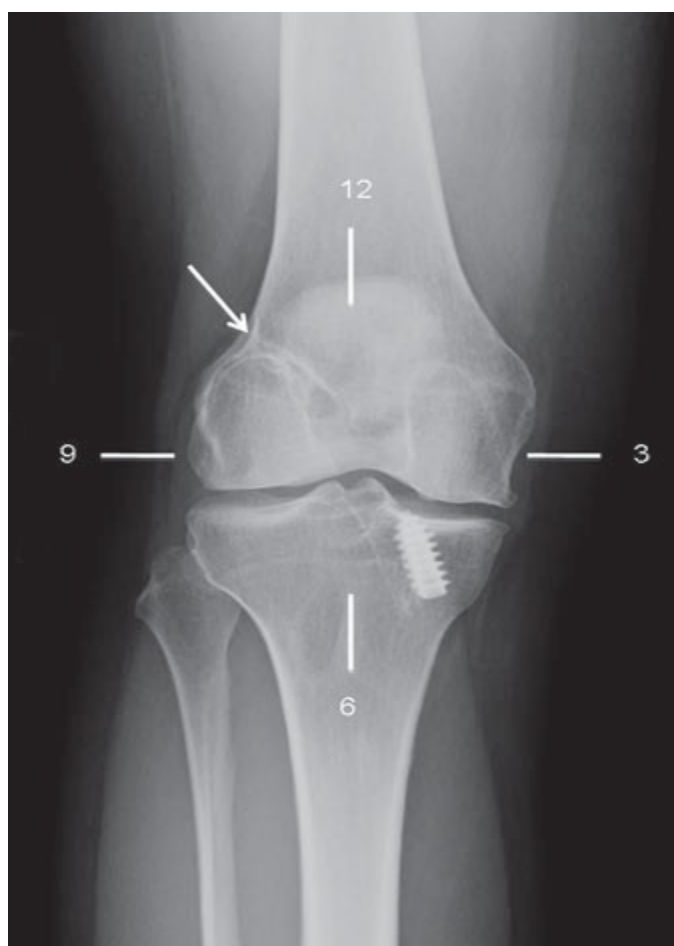
### **b. Tunnel fémoral :**

Plusieurs études comparatives ont été conduites pour évaluer la position de l'orifice articulaire fémoral. Elles utilisent des repères radiologiques et des constructions géométriques variables suivant les auteurs permettant de comparer le positionnement fémoral en fonction des différentes techniques endoscopiques utilisées : de dedans en dehors ("in-out") ou de dehors en dedans ("out-in") Globalement, le positionnement radiologique de profil de l'orifice intra fémoral est à peu près identique dans les 2 techniques, mais la reproductibilité du positionnement de cet orifice est supérieure lorsque l'on vise de dedans en dehors [82, 85]. Le point d'ancrage fémoral doit être le plus anatomique possible et le moins anisométrique et il se situe bien à l'angle que forme le toit de l'échancrure avec le condyle externe au niveau de l'insertion supérieure du faisceau antéro-interne du LCA.



**❖ Incidence de face:**

Sur une radiographie antéro-postérieure ou une coupe IRM coronale ;la partie intra-articulaire du tunnel fémoral doit déboucher sur la marge supéro-latérale postérieure de l'encoche intercondylienne. Si une face d'horloge est superposée à une radiographie antéro-postérieure ou une image d'IRM coronale avec le centre l'encoche intercondylienne ;le tunnel doit être orienté entre 10 et 11 heures sur le genou droit ou entre 13 et 14 heures sur le genou gauche [86] ( figure 48) .Notons que l'utilisation d'une horloge pour évaluer le positionnement du tunnel présente des limites importantes ;notamment lors de l'évaluation d'une LCA réparée selon latechnique du double faisceau ;parce que les orientations des sites d'insertion des faisceaux antéro-médial et postéro- latéral du LCA changent le degré de flexion du genou. Ceci est important parceque l'imagerie est réalisée avec un genou en extension. Par conséquent ;si une face d'horloge est utilisée pour décrire l'orientation du tunnel fémoral ;le degré de flexion du genou doit être noté[87].



**Figure48 : Radiographie de face de genou chez un patient de35 ans après une reconstruction d e LCA montrant la position normale de tunnel fémoral entre10H et11H [86].**

Dans notre étude on a trouvé : 30 patients dans la position normale ce qui représente 75%. (18 patients : entre 10 et 11h du coté droit, et 12 patients : entre 13h et 14h du coté gauche). Et 10 cas soit 25% de position anormale avec une tendance de verticalisation (6 patients : 11h et 12h du coté droit et 04 patients : 12h et 13h du côté gauche).

**+ Incidence de profil :**

Sur la radiographie de genou du profil on évalue le positionnement du tunnel fémoral par 2 méthodes :

✓ **La méthode Aglietti :**

**Tableau 9: les données de la méthode d'Aglietti selon la littérature**

Série	Nombre de cas	Indice d'Aglietti fémoral
Musahl et al [88]	8	72.5%
Lee et al [89]	137	65.2%
Notre série	40	55%

Dans notre étude nous avons retrouvé un indice d'Aglietti fémoral moyen sur les radiographies de profil de 55%. Rappelons que la valeur normale se situe entre 60–70% [28].

→ 30 de nos patients soit 75% ayant un indice d Aglietti normal entre 60%–70% et 10 patients soit 25% ayant une position antérieure (6 patients entre 50% et 60% et 4 patients entre 40% et 60%)

✓ **Positionnement du tunnel fémoral par rapport à la ligne de Bluemnsaat :**

Le positionnement normal du tunnel fémoral (flèche bleue) se situe à l'intersection de la ligne de Blumensaât (ligne rouge) avec la corticale fémorale postérieure (figure 49).

On a trouvé dans nos travail : 30 patients ayant le tunnel fémoral se trouve à l'intersection de ces 2 lignes soit 75% et 10 patients le tunnel est situé en avant de l'intersection (très antérieur) soit 25%.



**Figure 49: Radiographie de genou profil montrant le positionnement normal du tunnel fémoral**

- Donc dans les 2 méthodes utilisées pour évaluer le tunnel fémoral par une radiographie du profil on a trouvé 30 patients dans une position normale et 10 patients ayant une position antérieure

**Résultats :** Sur les radiographies de face et du profil de fémur on a conclu que 30 patients ayant une position normale soit 75% et 10 patients ont une position antérieure et un peu verticale contrairement aux résultats cliniques on a juste 5 patients qui ont présenté une laxité résiduelle mais sans gêne fonctionnelle.

### c. Tunnel tibial :

#### ❖ Incidence de face :

Le positionnement du tunnel tibial est le premier facteur de prévention de l'impact de la greffe contre le toit de l'échancrure intercondylienne [89].

Sur les radiographies de face du tibia, la moyenne de l'angle tibial est de 60° dans notre étude, ce qui est également comparable à la littérature : 60° dans l'étude de Rue et al [90], 69° pour Giron et al [91].

#### ❖ Incidence de profil:

Sur les radiographies de profil du tibia nous retrouvons des résultats proches de la littérature.

On a évalué le positionnement du tunnel tibial dans notre travail par 2 méthodes :

#### ✓ Positionnement du tunnel tibial par rapport à la ligne de Blumensaat :

On a trouvé que la ligne de Blumensaat est en parallèle avec le bord externe du tunnel tibial chez 27 patients soit 67,5%, par contre ils ne sont pas en parallèles chez 13 patients soit 32,5% avec un angle d'intersection varie entre 15° et 40° avec un moyen de 22,5°.

### ✓ Méthode d'Aglietti :

On a trouvé un indice d'Aglietti (45%) proche de la littérature, à savoir entre 25–50% ; Jepsen et al[92] Fiorenza et al [93]25%, Lee et al [94] 33.5%, Hart et al[95] 95%des patients entre 25–50%, Aglietti et al[96]40% ( tableau 10).

**Tableau 10: Positionnement du tunnel tibial selon la méthode d'Aglietti selon la littérature**

Série	Nombre de cas	Indice d'Aglietti
Jepsen et al[92]	17	25–50%
Lee et al[94]	137	33.5%
Hart et al[95]	187	25–50%
Aglietti et al[96]	120	40%
Notre série	40	45%

- Donc dans les radiographies de face et du profil on a conclu que la position de tunnel tibial a un positionnement correct

### 3. L'imagerie par résonance magnétique (IRM):

L'IRM postopératoire joue un rôle essentiel dans l'évaluation des patients présentant des symptômes résiduels ou récurrents après l'intervention [97]. Elle permet la documentation des changements pouvant survenir sur le site opératoire, reflétant le succès de la procédure ou son échec potentiel. Elle peut mettre en évidence des complications de l'intervention, ou d'autres sources de douleur, qu'elles soient rapportées ou non à la chirurgie antérieure.

L'IRM en post-opératoire est indiquée pour :

- Récidive de l'instabilité ou de la laxité.
- Récidive des douleurs.
- Limitation des amplitudes articulaires.

- Nouveau traumatisme.
- Possibilité de ré intervention.

L'exploration est réalisée systématiquement dans les trois plans et devra comporter au moins une séquence pondérée en T2 rapide.

L'interprétation de l'IRM du genou postopératoire nécessite la connaissance des procédures réalisées, de leur aspect normal et de la sémiologie IRM de leurs complications.

Les paramètres à analyser en IRM après plastie du LCA sont :

Position des tunnels.

Signal de la plastie.

Recherche des complications post-opératoires.

Contrôle de matériel.

Contrôle des statuts ostéo-cartilagineux et méniscal.

L'aspect du greffon va se modifier au cours des premières années. En postopératoire immédiat, le greffon est avasculaire, illustré par un hyposignal en IRM sur toutes les séquences, identique à l'aspect du tendon patellaire normal. Secondairement, une néovascularisation va se mettre en place dans les deux premiers mois qui suivent la pose du greffon [96] et va progressivement être remplacé l'eau au cours des trois premières années par une production de collagène. Ce processus correspond à la « ligamentisation » du greffon et explique l'aspect du greffon en hypersignal T1 et T2 (Figure 50). Cet hypersignal va progressivement diminuer pour arriver à un hyposignal global après deux ou trois ans, proche d'un LCA natif [98]. Des petites stries d'hypersignal en son sein restent parfois visibles. On constate également un épaissement progressif de la plastie qui va se stabiliser après deux ou trois ans. Les greffons osseux, quant à eux, vont progressivement s'intégrer à l'os tibial ou fémoral.

Le bon positionnement des tunnels est primordial pour la survie de la plastie [97,99, 100].



**Figure 50:IRM en coupe sagittale séquence faiblement pondérée T2 et saturation de graisse, chez un patient deux mois après ligamentoplastie du croisé antérieur. L'hypersignal relatif domine [69].**



Les complications post-opératoires des ligamentoplasties recherchées sur l'IRM [69] sont :

- VI. Le descellement d'une vis
- VII. La fracture ou la mobilisation d'une pastille osseuse
- VIII. L'élargissement des tunnels au-delà de 13mm
- La dégénérescence kystique de la plastie à l'intérieur des tunnels
- Le conflit avec le greffon (graft impingement) le plus souvent par malposition antérieure du tunnel tibial avec contact entre la face antérieure du greffon et le toit de l'échancrure intercondyloire et hypersignal relatif hétérogène de la plastie
- La rupture partielle se traduisant par un amincissement, une désorganisation du greffon et un hypersignal liquidien T2 en son sein
- La rupture complète se traduisant par l'absence de visualisation du greffon, une horizontalisation de ses fibres ou un hypersignal liquidien T2 traversant toute son épaisseur. Les mêmes signes indirects de rupture complète que ceux de la rupture d'un ligament natif peuvent être observés.

Des résultats insuffisants en termes de stabilité, de perte d'extension et de douleurs sont observés chez près de 25 % des patients après sa reconstruction [97].

Dans notre série on a trouvé une perte d'extension chez un seul patient soit 6,7% avec une IRM qui a objectivé une rupture de ligamentoplastie.

# CONCLUSION

L'articulation du genou demeure parmi les articulations les plus mobiles et solliciter dans la vie quotidienne et actif.

Sa stabilité est assuré par tout un système musculo–capsulo–ligamentaire.

Toute atteinte ligamentaire provoque une instabilité du genou affectant directement la vie actif des patients, la rupture du LCA reste l'étiologie la plus fréquente à cette instabilité.

Plusieurs techniques chirurgicales ont été décrite dans la littérature pour réparer le LCA, la technique de K.J reste la plus utilisée en raison des meilleurs résultats en matière de stabilité du genou rotatoire et antéro postérieur.

La précision du positionnement de tunnel tibial et fémoral par une évaluation radiographique du genou de face et de profil assure le succès de la chirurgie du LCA. Cette évaluation radiographique est primordial pour avoir des bons résultats fonctionnels et cliniques.

Cette étude est une étude rétrospective de 40 patients opérés au service de Traumato–orthopédie B4 du CHU Hassan de Fès pour une rupture du LCA selon la technique de K.J, l'objectif de cette étude est d'évaluer les résultats fonctionnels de cette technique, et d'étaler les avantages apporté par cette technique.

L'objectif de cette étude est :

- Descriptif : décrire le positionnement des tunnels fémoral et tibial du LCA.
- D'évaluer radiologiquement les résultats de positionnement des tunnels notamment par la radiographie standard.
- Mettre en évidence l'intérêt de la technique utilisée pour l'évaluation radiologique.

L'évaluation radiographique du positionnement des tunnels tibial et fémoral a été faite par des radiographies standards post opératoire de face et de profil et on a trouvé :

**a. Tunnel tibial :**

1. Incidence de face :l'angle entre le plateau tibial interne et le bord externe du tunnel tibial varie entre 40° et 80° avec un moyen de 60°.
2. Incidence de profil : On a trouvé un indice d'Aglietti du tibia varie entre 25 % et 50% avec une moyenne de 45%.

**b. Tunnel fémoral :**

1. Incidence de face :Les tunnels fémoraux étaient correctement placés entre 10h et 11h pour le genou droit chez 37,5% et vers 13H et 14h pour le genou gauche chez 30%, soit un pourcentage global de 67,5%.
2. Incidence de profil : On a trouvé un indice d'Aglietti de fémur varie entre 40 % et 70% avec un moyen de 55%.

Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque la reconstruction est pratiquement anatomique.

# RESUMES

## Résumé :

La reconstruction du LCA fait appel à de nombreux transplants et à de nombreuses techniques de ligamentoplastie. La technique de Kenneth Jones, utilisant le tendon rotulien autologue, reste la plus utilisée actuellement.

La précision du positionnement de tunnel tibial et fémoral par une évaluation radiographique du genou de face et de profil assure le succès de la chirurgie du LCA. Cette évaluation radiographique de bon positionnement est primordial pour avoir des bons résultats fonctionnels et cliniques.

Nous rapportons une étude rétrospective d'une série de 40 patients opérés pour une rupture du LCA isolée, par la technique de Kenneth Jones au service de traumatologie orthopédie B4 du CHU Hassan II de Fès, entre Janvier 2009 et Décembre 2017.

L'objectif de cette étude est :

- Descriptif : décrire le positionnement des tunnels fémoral et tibial du LCA.
- D'évaluer radiologiquement les résultats de positionnement des tunnels notamment par la radiographie standard.
- Mettre en évidence l'intérêt de la technique utilisée pour l'évaluation radiologique.

L'âge moyen était 34 ans avec des extrêmes de 18 ans et 50 ans avec une prédominance masculine. Le côté droit est le plus atteint 60%, pour les étiologies : les Accidents de sports sont les plus fréquents à 80%.

Le diagnostic était porté par l'examen clinique et l'IRM qui a objectivé une rupture totale du LCA chez tous les patients qui ont bénéficié d'une ligamentoplastie du LCA par technique du KJ.

Les résultats fonctionnels ont été évalués selon le score IKDC objectif. Ils ont été

excellents et bon dans 85% des cas.

Tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie standard post opératoire de face et de profil et on a fait l'évaluation de positionnement des tunnels tibial et fémoral.

**a. Tunnel tibial :**

1. Incidence de face : On a mesuré l'angle entre le plateau tibial interne et le bord externe du tunnel tibial et on a trouvé que les angles varient entre 40° et 80° avec un moyen de 60°.
2. Incidence de profil : On a évalué le positionnement du tunnel tibial essentiellement par la méthode d'Aglietti : On a trouvé un indice d'Aglietti du tibia varie entre 25 % et 50% avec une moyenne de 45%.

**b. Tunnel fémoral :**

1. Incidence de face : Les tunnels fémoraux étaient correctement placés entre 10h et 11h pour le genou droit chez 37,5% et vers 13h et 14h pour le genou gauche chez 30%, soit un pourcentage global de 67,5%.
2. Incidence de profil : On a trouvé un indice d'Aglietti de fémur varient entre 40 % et 70% avec un moyen de 55%.

## ABSTRACT

ACL reconstruction involves many transplants and many ligamentoplasty techniques. Kenneth Jones technique, using the autologous patellar tendon, remains the most widely used.

The precision of tibial and femoral tunnel positioning by radiographic evaluation of the frontal and lateral knee ensures the success of ACL surgery. This evaluation is essential to have good functional and clinical results.

We report a retrospective study of 40 patients operated for an isolated ACL injury, using Kenneth Jones technique, in B4 orthopedic traumatology unit at the university hospital center of Hassan II Fez, between January 2009 and December 2017.

This study aims for:

1. Description: describe the positioning of the femoral and tibial tunnels of the ACL.
2. Radiological evaluation of the positioning results of the tunnels, in particular by standard radiography.
3. To highlight the interest of the technique used for the radiological evaluation.

The average age was 34 years with extremes of 18 and 50 years, and a male predominance. The right side was the most reached 60%. For etiologies: Sports accidents were the most common with 80%.

The diagnosis relied on clinical examination by highlighting a positive anterior drawer and Lachman test in all patients.

MRI showed complete tears of the ACL in all patients who underwent ACL ligamentoplasty by the KJ technique.

The functional results were evaluated according to the objective IKDC score. They were excellent and good in 85% of cases.

All our patients underwent standard front and profile postoperative radiography,



tibial and femoral tunnels were also evaluated.

- Tibial tunnel:
  - Front Incidence: the angle between the internal tibial plateau and the outer edge of the tibial tunnel was measured and angles were found to vary between 40° and 80° with an average of 60°.
  - Profile Incidence: the tibial tunnel positioning was evaluated primarily by the Aglietti method: tibial Aglietti index was found to range from 25% to 50% with an average of 45%.
- Femoral tunnel:
  - Front incidence: the femoral tunnels were correctly placed between 10h and 11h for the right knee in 37.5% and around 13h and 14h for the left knee in 30% with an overall percentage of 67.5%.
  - Profile Incidence: femoral Aglietti index was found to range between 40% and 70% with an average of 55%.

## ملخص

تتوفر عدة تقنيات جراحية وطعوم مستخدمة لإعادة أعمار الرباط الصليبي الأمامي و تعتبر تقنية كينت جونس الأكثر استعمالا حاليا باستعمال رباط مماثل.

تحديد تموضع نفق عظمة الظنوب و الفخذ بالتقييم الإشعاعي للركبة أمامي وجانبي تمكن من نجاح عملية الرباط الصليبي الأمامي هذا التقييم الإشعاعي ضروري من أجل النتائج الوظيفية والسريرية  
نعرض الان دراسة رجعية ل 40 حالة خضعت لعملية جراحية بتقنية كينت جونس بمصلحة العظام والمفاصل

ب بالمركز الاستشفائي الجامعي الحسن الثاني بفاس وذلك ما بين يناير 2009 و دجنبر 2017

الهدف من هذه الدراسة هو:

- وصفي وصف تموضع نفق عظمة الظنوب والفخذ للرباط الصليبي الأمامي
  - تقييم إشعاعي لنتائج تموضع الانفاق وخصوصا بالأشعة السينية.
  - تسليط الضوء على أهمية التقنيات المستعملة من أجل التقييم الإشعاعي
- متوسط العمر للمرضى هو 34 عاما ويتراوح ما بين 18 و 50 عاما مع هيمنة للجنس الذكري.الجهة اليمنى هي الأكثر تضررا بنسبة 60%. اما الاسباب فكانت حوادث الرياضة هي المهيمنة بنسبة 80%.  
لقد تم التشخيص بالمعاينة السريرية و الفحص بالرنين المغناطيسي الذي مكن من تشخيص انقطاع الرباط الصليبي الأمامي لجميع المرضى الذين استفادوا من إعادة أعمار هذا الرباط الصليبي الأمامي المقطوع  
لقد تم تقييم النتائج الوظيفية بحساب القياس بمقياس الك دس الموضوعي والتي كانت ممتازة وجيدة في 85% من الحالات.

جميع المرضى استفادوا من فحص بالأشعة السينية أماميا وجانبيا وقمنا بتقييم تموضع انفاق عظمة الظنوب

والفخذ:

### - النفق الظنوبي:

- منظر أمامي قمنا بقياس زاوية هضبة الظنوب الداخلي ووجدنا انها تتراوح ما بين 40° و 80° وذلك بمعدل 60°.
- منظر جانبي قمنا بتقييم تموضع نفق الظنوب بطريقة اكلينيكي ووجدنا مؤشر اكلينيكي يتراوح ما بين 25% و 50% بمعدل 45.

### - النفق الفخدي:

- منظر أمامي انفاق عظمة الفخذ وضعت بشكل صحيح ما بين الساعة العاشرة والحادية عشرة بالنسبة للركبة اليمنى ل37,5%.
- منظر جانبي ووجدنا مؤشر اكلينيكي لعظمة الفخذ يتراوح ما بين 40% و 70% بمعدل 55%

# ANNEXE

## Annexe I :

### Fiche d'exploitation

Identité de patient :

Numéro de dossier :

Nom et prénom:

Adresse/Tel :

#### I- Les données générales :

- Age :
- Sexe : M  F
- Coté opéré: D  G
- Profession :.....
- Sport pratiqué:.....
- Niveau sportif :  
Compétiteur  loisir  Actif  Sédentaire

#### II- les antécédents:

1- Personnels

a- Médicaux:.....

b- Chirurgicaux:.....

Intervention antérieure sur genoux:.....

2- Toxiques : oui  non  Si oui lequel

#### III- Circonstances lésionnelles:

- Accident de sport : Non  si oui  Lequel.....
- Accident de la voie publique :
- Accident de travail :
- Accident domestique :

#### IV- le mécanisme lésionnel:

I- Entorse en valgus rotation externe:

- II- Entorse en varus rotation interne:
- III- La rotation interne su genou proche de l'extension :
- IV- L'hyper extension:
- V- Choc direct antéro -postérieur :
- VI- Autres :.....

#### V- EtudeClinique:

##### 1- Signes fonctionnels :

- Genou atteint : Droit  Gauche
- Instabilité
- Douleur
- Impotence fonctionnelle
- Gonflement
- Blocage
- Craquement

##### 2- Signes physiques

- Epanchement :

##### ➤ Le testingligamentaire:

###### ❖ Tests statiques:

##### → La recherche des mouvements du tiroir:

- Tiroir antérieur :

Positif  Négatif

- Tiroir postérieur:

Positif  Négatif

##### → Les mouvements de latéralité

- Interne: Positif  Négatif

- Externe: positif  Négatif

###### ❖ Tests dynamiques:

- Ressaut en rotation interne:

Positif

Négatif

○ Ressaut en rotation externe:

Positif

Négatif

➤ La souffrance méniscale : interne

externe

#### VI- Examens complémentaires:

3- Radiographie standard:

Face :

Profil :

4- La radiographie dynamique :

Active :

Passive :

➤ IRM :

Séquence sagittales T1

Séquence avec saturation du signal de la graisse (DP fat sat)

Séquence T1 fat satGado

Résultat :.....

➤ L'arthrographie :

Résultat :.....

➤ L'arthroscanner :

Résultat :.....

➤ L'arthroscopie diagnostique :

Résultat : .....

#### VII- Traitement:

➤ Technique utilisée :

2. Type d'anesthésie:

Générale :

Péridurale:

Rachis anesthésie:

3. scopie : oui  non

4. Immobilisation: non  oui  , si oui: type:..... Durée:.....

### VIII-Imagerie en post opératoire :

#### Radiographie standard:

- Incidence de Face :
- Angle tibial de face :
- Angle fémorale de face :
- Incidence de Profil :
- Indice d'Aglietti fémur :
- Indice d'Aglietti tibia :

#### IRM :

- Technique :
  - Séquence sagittales T1
  - Séquence avec saturation du signal de la graisse (DP fat sat)
  - Séquence T1 fat satGado
- Indication :
  - Syndrome méniscal :
  - laxité antérieure :
  - Flessum :
  - Laxité postérieure :
  - Autres :
- Résultat :
  - Bon positionnement des tunnels tibiaux et fémoraux :
  - Rupture complète :
  - Rupture partielle :
  - Cyclope :
  - Arthrofibrose :
  - transplant hétérogène :

**Autre :**

**IX- Suites post opératoires:**

➤ Durée d'hospitalisation..... jours

➤ Complications:

Non                     oui             si oui type :

**XI- Réévaluation :**

- A 6 mois :

-A 12 mois :

-A 24 mois :



## Annexe2:

### Score IKDC

#### INTERNATIONAL KNEE DOCUMENTATION COMMITTEE

Members of the Committee: AOSSM: Anderson A., Bergfeld J., Boland A., Dye S., Feagin J., Harner C., Mohtadi N., Richmond J., Shelbourne D., Terry G. ESSKA: Stäubli H., Hefti F., Hoher J., Jakob R., Mueller, W., Neyret P. APOSSM : Chan K., Kurosaka M.

#### Score IKDC Objectif [40]

Formulaire à 7 items :

- \_ Épanchement
- \_ Perte de mobilité passive
- \_ Examen ligamentaire
- \_ Douleur des compartiments fémoro-tibiaux / patellaires
- \_ Pathologie du site de prélèvement
- \_ Évaluation radiologique
- \_ Test fonctionnel
- \_ 4 cotations possibles A, B, C, D

L'évaluation finale correspond à la note la plus mauvaise parmi les trois premiers items

- \_ Épanchement
- \_ Perte de mobilité
- \_ Examen ligamentaire (laxité)

#### Épanchement

- \_ A : aucun
- \_ B : trace (< 25 cc)
- \_ C : moyen (25 à 60 cc)

\_ D : important (plus de 60cc)

Perte de mobilité passive

\_ En extension :

\_ A :  $<3^\circ$

\_ B : 3 à  $5^\circ$

\_ C : 6 à  $10^\circ$

\_ D :  $>10^\circ$

\_ En flexion :

\_ A : 0 à  $5^\circ$

\_ B : 6 à  $15^\circ$

\_ C : 16 à  $25^\circ$

\_ D :  $>25^\circ$

Évaluation ligamentaire

\_ Manuel, instrumental ou radiologique

\_ De préférence avec une valeur chiffrée

\_ A : 0 / -1 à 2 mm / pas de ressaut

\_ B : + / 3 à 5 mm / ressaut amorcé ou batard

\_ C : ++ / 6 à 10 mm / ressaut vrai

\_ D : +++ /  $>10$  mm / ressaut explosif

Score IKDC subjectif [40]

\_ Mesure de la capacité fonctionnelle du genou

\_ Formulaire de 10 questions 1 à 11 points par question

\_ Un maximum de points correspond à un genou asymptomatique

Symptômes :

Quel est actuellement votre niveau d'activité sans douleur du genou ?

- Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au

football Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis

– Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging

– Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage

– Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible sans déclencher de douleur

Au cours des 4 dernières semaines, combien de fois avez--vous souffert du genou?

0      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

Jamais

Constamment

Indiquez l'intensité de cette douleur, en cochant la case correspondante

0      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

Aucune

La pire douleur

Au cours des 4 dernières semaines, votre genou était--il raide ou gonflé ?

Pas du tout    Un peu    Moyennement    Beaucoup    Enormément

Quel niveau d'activité pouvez--vous accomplir sans que votre genou NE GONFLE ?

– Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football

– Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis

– Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging

– Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage

– Mon genou est gonflé en permanence

Au cours des 4 dernières semaines votre genou s'est--il bloqué ?

Oui Non

Quel niveau d'activité pouvez vous accomplir sans que votre genou ne se DEROBE ?

– Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football

– Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis

- Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging

- Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage

- Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible sans que mon genou ne se dérobe

Activités sportives :

Quel est le plus haut niveau d'activité que vous pouvez pratiquer ?

- Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football

- Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis

- Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging

- Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage

- Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou

Rencontrez-vous des difficultés pour les activités suivantes ?

Cochez la case correspondante :

	facile	Légèrement	difficile	Très difficile	impossible
Monter les escaliers					
Descendre les escaliers					
S'agenouiller					
S'accroupir					
S'asseoir					
Se lever d'une					
Courir en ligne					
Sauter avec					
S'arrêter et répartir					

Fonction et activités de la vie : toilettes, ménages, escaliers, transports, travail.

Mettez une note au fonctionnement de votre genou :

Fonctionnement avant votre chirurgie :

0    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

Performance nulle Performance optimale

**Fonctionnement actuel du genou :**

0    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

Performance nulle Performance optimale

**calcul des résultats de l'évaluation subjective du genou**

Des recherches ont été faites quant aux méthodes de calcul des résultats de l'évaluation subjective du genou. La méthode consistant à totaliser les résultats de chaque réponse s'est avérée aussi précise que d'autres méthodes plus sophistiquées.

Les réponses à chaque question sont enregistrées selon le principe suivant : 1 est attribué à la performance la plus basse ou aux symptômes les plus élevés. Par exemple, pour la question n°1 qui concerne le plus haut niveau d'activité qu'il est possible d'accomplir sans souffrir du genou, le chiffre 1 est attribué si la réponse cochée est «Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou» et le chiffre 5 est attribué si la réponse cochée est «Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football». Pour la question n°2 concernant le nombre de fois au cours des quatre dernières semaines que le patient a souffert du genou, la réponse cochée «Constamment» correspond à 1 point, et la réponse cochée «Jamais» correspond à 11 points.

Il suffit ensuite de totaliser les points de chaque réponse et de les mettre sur une base s'étalant de 0 à 100.

**Remarque :**

Ne pas compter la réponse à la question n° 10 concernant la fonction du genou avant l'accident/la blessure. Procéder comme suit :

1. Donner un chiffre à chaque réponse (le chiffre le plus bas pour la performance

la plus basse ou les symptômes les plus élevés).

2. Calculer le total brut en totalisant tous les points à l'exception de la question n° 10 concernant la fonction du genou avant l'accident/la blessure.

3. Appliquer la formule suivante pour obtenir un résultat sur une échelle de 0 à 100 :

$$\text{Résultat de l'IKDC} = \frac{[\text{Total brut} - \text{Chiffre le plus bas}]}{[\text{Nombre de résultats possibles}]} \times 100$$

où le résultat le plus bas possible est 18 et le nombre de résultats possibles est 87. Par conséquent, si la totalité des points des 18 questions est 60, le résultat de l'IKDC sera calculé comme suit :

$$\text{Résultat de l'IKDC} = \frac{[60 - 18]}{[87]} \times 100$$

soit un résultat de 48,3

Ce résultat est interprété comme une mesure de la capacité de la fonction telle que les résultats les plus élevés représentent les niveaux les plus performants de la fonction et les niveaux les plus bas des symptômes. Un résultat de 100 signifie qu'il n'y a aucune limite aux activités quotidiennes et sportives et que les symptômes sont nuls.

Le résultat peut être obtenu si au moins 90 % des réponses ont été effectuées (soit un minimum de 16 questions). Pour calculer le total brut lorsque des données manquent, substituer le résultat moyen possible et l'ajouter à la formule comme décrit ci- dessus.

# BIBLIOGRAPHIE

1. **Laffargue. PH, Delalande JL, Decoux J.** Anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft : a series of 79 cases with pronosticfactorsevaluation. Revue de chirurgie orthopédique N° 505–514 1997.
2. **Bicer, E.K., Et al.,**Current Knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament. Knee Surg Sports TraumatolArthrosc, 2010.18(8):p.1075 -84.
3. **Arnoczky, S.P.,** Anatomy Of the anterior cruciate ligament. ClinOrthopRelat Res, 1983(172): p.19---25.
4. **Petersen, W. And B. Tillmann,** [Anatomy And function of the anterior cruciate ligament]. Orthopade, 2002. 31(8): p. 710---8.
5. **Jean-Henri JAEGER ,BONNEL .F,** Croisé antérieur du genou ,anatomie ,chirurgie,rééducation 2017
6. **Girgis, F.G., J.L. Marshall, And A. Monajem,** The Cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, Functional and experimental analysis.ClinOrthopRelat Res, 1975(106):p.216---31.
7. **Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J.** Anatomy of the anterior cruciate ligament. Knee Surg Sports TraumatolArthrosc 14:204–213, 2006.
8. **ARNOCZKY S.P. :** Blood supply to the anterior cruciate ligament and supporting structures. Orthop. Clin. North Am 16, 1985 : 15–28.
9. **FRANCK CB, JAKSON DW :** the science of reconstruction of tge ACL. JBone Surg,1997,79A, 1556–1576.
10. **KAPANDJI :** Physiologie articulaire du genou .Physiologie articulaire. Paris,MALOINE, 1980, 74–157.
11. **NOYES F. R., DELUCAS J. L. TORVIK P. J.:** Biomechanics of ACL failure: an analysis of stain rate sensitivity. J. Bone Joint Surg. 1974, 56 A, 236–253.
12. **A.L.KAPANDJI ,**anatomie fonctionnelle ,membre inférieur 6émé édition 2009
13. **KLEIN.P, SOMMERFELD .P** biomécanique des membres inférieurs, bases et concepts, bassin, membres inférieurs2008



14. **Arangio GA, Chen C, Kalady M, Reed JF, 3rd .** Thigh muscle size and strength after anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation ; *H orthop Sport phy* 1997; 26-5:238-43.
15. **Arthur B. Meyers<sup>1</sup> Andrew H. Haims Kirsten Menn Hicham Moukaddam** **Imaging of Anterior Cruciate Ligament Repair and Its Complications** *Musculoskeletal Imaging · Review* AJR 2010; 194:476-484
16. **Aglietti P, Buzzi R, D'Andria S, Zaccherotti G.** Long-term study of anterior cruciate ligament reconstruction for chronic instability using the central one-third patellar tendon and a lateral extraarticular tenodesis. *Am J Sports Med* 1992;20-1:38-45.
17. **Howell SM, Clark JA.** Tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstructions and graft impingement. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 283:187-195
18. **Aglietti P, Giron F, Losco M, Cuomo P, Ciardullo A, Mondanelli N.** Comparison between single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, single-blinded clinical trial. *Am J Sports Med* 2010;38-1:25-34.
19. **Boire F.** Etude des plasties du ligament croisé antérieur Thèse de médecine de Mali 2005 .
20. **Jambou. S, Hulet. C, Acquitter. Y, Pierrard. G, Locker, B.** Résultats à moyen terme de la reconstitution du LCA par autogreffe libre du tendon rotulien sous arthroscopie. A propos d'une série consécutive de 218 patients. Congrès annuel de la société d'Orthopédie de l'ouest N° 34, France, 161-166 2002.
21. **Laffargue. PH, Delalande JL, Decoux J.** Anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft : a series of 79 cases with prognostic factor evaluation. *Revue de chirurgie orthopédique* N° 505-514 1997.

22. **By Sebastian Kopf, MD, Brian Forsythe, MD, Andrew K. Wong, BA, Scott Tashman. PhD, William Änderst, MS, James J. Irrgiing, PT, PhD, ATC, FAPTA, and Freddie H. Fu, MD, DSc(Hon), DPs(Hon)** Nonanatomic Tunnel Position in Traditional Transtibial Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Evaluated by Three-Dimensional Computed Tomography
23. **ROBERTO PADUA, FEDERICA ALVITI, MICHELE VENOSA, CARLO MAZZOLA, and LUCA PADUA**The influence of graft placement on clinical outcome in anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal ListJoints*v.4(1); Jan-Mar 2016
24. **Costa. H, Loovet. L, Himmer. O.**Plasties mixtes intra et extra articulaires du genou pour lésions chroniques du LCA. Résultats à moyenterme. Indications. *Actaorthopediabelgica* Volume 58-1-1992
25. **Pierre, A. Hulet, C. Schiltz, D.** Les lésions méniscales laissées en place lors de la ligamentoplastie du LCA. Etude rétrospective à propos de 86 genoux. Département d'Orthopédie-Traumatologie CHU de CAEN.
26. **MOYEN B** : Les données de l'examen clinique. Traitement des lésions fraîches des ligaments du genou. Symposium SO.F.C.O.T. *RevChirOrthopReparatriceAppar Mot* 1991; 78: 91-93.
27. **DEJOUR H** : La rupture du ligament croisé antérieur. Les laxités chroniques antérieures. *Cahiers d'enseignement de la SO.F.C.O.T* 1993.
28. **Hasnaoui, M.** Evaluation des différentes techniques de réparation du LCA. Thèse de médecine de Rabat N° MO 26, 2006.
29. **DE LECLUSE J.** Tests et examen clinique en pathologie sportive. *J Traumatol Sports*, 1997
30. **BOUSQUET G., LEBEGUEC P., GIRARDIN P.** Les Laxités Chroniques du Genou, Physiologie, physiopathologie, étude clinique et traitement. Paris: Mc GRAW-HILL Publishing Company. 192-198p

31. **ANDRE E., MOYEN B., LERAT J. L.** Résultats du traitement des laxités antérieures chroniques du genou par plastie extra articulaire dérivée de la technique de MAC INTOSH. Journées lyonnaises de chirurgie du genou et de traumatologie du sport, Lyon, France, 3-4 mars 1989. 23-36p
32. **SIERGRIST O.** Rapport d'activité 2001 de la chirurgie orthopédique. Service de Traumatologie du Sport. Hôpital Orthopédique Suisse Romande.
33. **GARUIN C, LERAT J. L, MOYEN B, BRUNET-GUEDJ :** Histoire Naturelle de la Rupture du LCA. Journées lyonnaises de chirurgie du genou et de traumatologie du sport, Lyon, France, 3-4 mars 1989. 91-97p
34. **BRUNET-GUEDJ, B. BRUNET, J.M. FERRET, J. GIRARDIER, O. LEVRAT :** Suivi fonctionnel précoce de 80 ruptures isolées du LCA chez des sportifs. Journées lyonnaises de chirurgie du genou et de traumatologie du sport, Lyon, France, 3-4 mars 1989. 19-22p.
35. **P. Neyret, G. Le Blay, T. Ait Si Selmi :** Examen du genou N°56 – Septembre 1996
36. **BOEREE WR, ACKROYD CE.** Assessment of the menisci and cruciate ligaments: an audit of clinical practice. *Injury*, 1991: 22, 291-4.
37. **DONALDSON WF, WARREN RF, WICKIEWICZ T.** A comparison of acute anterior cruciate examinations. *Am J Sports Med*, 1985: 13, 5-9.
38. **JONSSON T, ALTHOFF B, PETERSON L, RENSTRÖM P.** Clinical diagnosis of ruptures of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*, 1982: 10, 100-2
39. **KIM S-J., KIM H-K.** Reliability of the anterior drawer test, the pivot shift test, and the Lachman test. *Clin Orthop*, 1995: 317, 237-42
40. **GRAMMONT P.M., TROUILLOUD P.** Retentissement des anomalies rotationnelles du membre inférieur sur le genou. *Rev. Chir. Orthop*, 1982, 63, 52-57p
41. **Y Ligny I, A Roubas I, L Chevalier :** Lésion du ligament croisé antérieur et fracture de Segond-ann de réadaptation med phys 1996 ;39 : 51,53

42. **Lee JK, Yao L, Phelps CT, Wirth CR, Czajka J, Lozman J.** Anterior cruciate ligament tears: MR imaging compared with arthroscopy and clinical tests. *Radiology* 1988;166:861—4.
43. **Vahey TN, Broome DR, Kayes KJ, Shelbourne KD.** Acute and chronic tears of the anterior cruciate ligament: differential features at MR imaging. *Radiology* 1991;181:251—3.
44. **Mink JH, Levy T, Crues 3rd JV.** Tears of the anterior cruciate ligament and menisci of the knee: MR imaging evaluation. *Radiology* 1988;167:769—74.
45. **Ha TP, Li KC, Beaulieu CF, Bergman G, Ch'en IY, Eller DJ, et al.** Anterior cruciate ligament injury: fast spin-echo MR imaging with arthroscopic correlation in 217 examinations. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170:1215—9.
46. **Sampson MJ, Jackson MP, Moran CJ, Moran R, Eustace SJ, Shine S.** Three Tesla MRI for the diagnosis of meniscal and anterior cruciate ligament pathology: a comparison to arthroscopic findings. *Clin Radiol* 2008;63:1106—11.
47. **Klass D, Toms AP, Greenwood R, Hopgood P.** MR imaging of acute anterior cruciate ligament injuries. *Knee* 2007;14:339—47.
48. **Breitenseher MJ, Mayerhoefer ME,** Oblique MR. imaging of the anterior cruciate ligament based on three-dimensional orientation. *J MagnReson Imaging* 2007;26:794—8.
49. **Barberie JE, Carson BW, Finnegan M, Wong AD.** Oblique sagittal view of the anterior cruciate ligament: comparison of coronal vs. axial planes as localizing sequences. *J MagnReson Imaging* 2001;14:203—6.
50. **Katahira K, Yamashita Y, Takahashi M, Otsuka N, Koga Y, Fukumoto T, et al.** MR imaging of the anterior cruciate ligament: value of thin slice direct oblique coronal technique. *Radiat Med* 2001;19:1—7.
51. **Kwon JW, Yoon YC, Kim YN, Ahn JH, Choe BK.** Which oblique plane is more helpful in diagnosing an anterior cruciate ligament tear? *Clin Radiol* 2009;64:291—7.

52. **Duc SR, Pfirrmann CW, Koch PP, Zanetti M, Hodler J.** Internal knee derangement assessed with 3-minute three-dimensional isovoxel true FISP MR sequence: preliminary study. *Radiology* 2008;246:526—35.
53. **Robertson PL, Schweitzer ME, Bartolozzi AR, Ugoni A.** Anterior cruciate ligament tears: evaluation of multiple signs with MR imaging. *Radiology* 1994;193:829—34
54. **Ravey JN, P-BL, Coulomb M.** Imagerie par résonance magnétique des lésions méniscoligamentaires du genou. *Encyclopédie médicochirurgicale* 2004;31:20.
55. **Stabler A, Glaser C, Reiser M.** Musculoskeletal MR: knee. *EurRadiol* 2000;10:230—4
56. **Mellado JM, Calmet J, Olona M, Gine J, Sauri A.** Magnetic resonance imaging of anterior cruciate ligament tears: reevaluation of quantitative parameters and imaging findings including a simplified method for measuring the anterior cruciate ligament angle. *KneeSurg Sports TraumatolArthrosc* 2004;12:217—24
57. **Moore SL.** Imaging the anterior cruciate ligament. *OrthopClin North Am* 2002;33:663—74
58. **Okazaki K, Miura H, Matsuda S, Yasunaga T, Nakashima H, Konishi K, et al.** Assessment of anterolateral rotatory instability in the anterior cruciate ligament-deficient knee using an open magnetic resonance imaging system. *Am J Sports Med* 2007;35:1091—7.
59. **Chan WP, Peterfy C, Fritz RC, Genant HK.** MR diagnosis of complete tears of the anterior cruciate ligament of the knee: importance of anterior subluxation of the tibia. *AJR Am J Roentgenol* 1994;162:355—60.
60. **Lee JK, Yao L, Phelps CT, Wirth CR, Czajka J, Lozman J.** Anterior cruciate ligament tears: MR imaging compared with arthroscopy and clinical tests. *Radiology* 1988;166:861—4.
61. **Cotten.** Imagerie muscumosqueletique : pathologies locorégionales. In: Masson E, editor. *Collection d'imagerie médicale*. Lille: Précis; 2008. p. 668—77.
62. **Donell ST, Marshall TJ, Darrah C, Shepstone L.** Cruciate ligament assessment in MRI scans: a pilot study of a static drawer technique. *Knee* 2006;13:137—44.

63. **Tsai KJ, Chiang H, Jiang CC.** Magnetic resonance imaging of anterior cruciate ligament rupture. *BMC MusculoskeletDisord* 2004;5:21.
64. **Sbihi ACP.** Anatomie du ligament croisé antérieur et isométrie. Ed. Elsevier; 2006.
65. **D. Guenouna, , T. Le Corroller , Z. Amous , V. Pauly , A. Sbihi , P. Champsaur** Apport de l'IRM dans le diagnostic des ruptures traumatiques du ligament croisé antérieur a Service de radiologie, hôpital Sainte–Marguerite, 270, boulevard Sainte–Marguerite, 13009 Marseille, France b Clinique Juge, 116, rue Jean–Mermoz, 13008 Marseille, France
66. **Sans N, Blum A, Borne J, et al.** Imagerie du sport. Elsevier Masson 2011.
67. **Hammani L, Nassar I, Kettani N, et al.** Arthro–TDM du genou. *J. Traumatol. Sport* 2006;23(56–59).
68. **Mahfoud .M .** Traite de traumatologie fractures et luxations des membres tome ii : Membre inferieur. 2006.
69. **S. Nougaret\*, M.–P. Baron, Y. Thouvenin, D. Hoa, C. Cyteval** Le genou opéré, aspect normal et complications Service d'imagerie médicale, hôpital Lapeyronie, CHU de Montpellier, 371, avenue du Doyen–G.–Giraud, 34295 Montpellier cedex 5, France
70. **O. Charrois, E. Cheyrou, J. Remi, L. Panarella, F. Jouve, P. Beaufils.** Retente du ligament croisé antérieur : une technique originale sous contrôle arthroscopique *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur* (2008) 94, 73–78
71. **P. Colombet, P. Neyret, C. Trojani , A. Sbihi , P. Djian, J.–F. Potel, C. Hulet, F. Jouve, C. Bussiére, P. Ehkirch, G. Burdin, F. Dubrana, P. Beaufils, J.–P. Franceschi, V. Chassaing, Et La Société Française D'arthroscopie.** Traitement arthroscopique des échecs des reconstructions du ligament croisé antérieur, uneétude multicentrique de 293 cas *Rev. Chir. Orthop.* 2007, 93, 5S54–5S67
72. **S. Corry, M. Webb, J. Clingeffer and A. Pinczewski.** Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament

73. **Ph.Laffargue,J.L.Delalande,M.Maillet,C.Vanhecke, J.Decoulx.** Reconstruction du ligament croisé antérieur : athrotomie versus arthroscopie Revue de chirurgie orthopédique 1999; 85,367–373
74. **K.ElKhadime.** Traitement des laxités antérieures chroniques du genou par transplant rotulien libre : Arthroscopie versus arthrotomie Thèse de médecine n°94 : Faculté de médecine et de pharmacie de Rabat 2003
75. **R. NUNES, J. PÁSCOA PINHEIRO** Évaluation fonctionnelle du genou ligamentaire, Une analyse des échelles d'évaluation fonctionnelle post-chirurgie du ligament croisé antérieur- J. Traumatol. Sport 2004,21, 26–33
76. **HEFTI F et al.** Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. Knee Surg Sports TraumatolArthrosc 1993 ; 1 : 226–234
77. **Karray M.B., Mourali S., Kooli M.** Critical analysis of IKDC and ARPEGE systems in ACL reconstruction. Episode 2–Tunisie OrthopédiqueAnnée 2010, Vol 3, N° 1 pp 101 101
78. **BARBER F.** Flipped patellar autograft ACL reconstruction. Arthroscopy 2000 ; 16 : 483–490.
79. **Laurence D.et all** Reliability and validity of the International Knee Documentation Committee (IKDC) subjective knee form- Revue du Rhumatisme 74 (2007) 1264–1269
80. **BAK K et al.** Results of reconstruction of acute ruptures of ACL with iliotibialautograft. Knee Surg Sports TraumatolArthosc1999 ; 7 : 111–117.
81. **Granán LP, Forssblad M, Lind M, Engebretsen L.** The Scandinavian ACL registries 2004–2007: baseline epidemiology. ActaOrthop 2009;80–5:563–7.
82. **Aglietti P, Giron F, Losco M, Cuomo P, Ciardullo A, Mondanelli N.** Comparison between single-and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, single-blinded clinical trial. Am J Sports Med 2010;38–1:25–34.

83. **Roe J, Pinczewski LA, Russell VJ, Salmon LJ, Kawamata T, Chew M.** A 7-year follow-up of patellar tendon and hamstring tendon grafts for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: differences and similarities. *Am J Sports Med* 2005;33-9:1337-45.
84. **Pinczewski LA, Lyman J, Salmon LJ, Russell VJ, Roe J, Linklater J.** A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon autograft: a controlled, prospective trial. *Am J Sports Med* 2007;35-4:564-74.
85. **Frank A CP.** Reconstruction du LCA par autogreffe au tendon rotulien dans les laxités antérieures chroniques du genou. Arthrotomie ou arthroscopie? Etude prospective. *RevChirOrthopReparatriceAppar Mot* 1995;81 Supp II:184
86. **Papakonstantinou O, Chung CB, Chanchairujira K, et al.** Complications of anterior cruciate ligament reconstruction: MR imaging. *EurRadio*2003; 13:1106-1117.
87. **Colvin AC, Shen W, Musahl V, Fu FH.** Avoiding pitfalls in anatomic ACL reconstruction. *Knee Surg Sports TraumatolArthrosc* 2009; 17:956-963
88. **Musahl V, Burkart A, Debski RE, Van Scyoc A, Fu FH, Woo SL.** Anterior cruciate ligament tunnel placement: Comparison of insertion site anatomy with the guidelines of computer-assisted surgical system. *Arthroscopy* 2003;19-2:154-60.
89. **Howell SM, Clark JA.** Tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstructions and graft impingement. *ClinOrthopRelat Res* 1992; 283:187-195
90. **Rue JP, Ghodadra N, Lewis PB, Bach BR, Jr.** Femoral and tibial tunnel position using a transtibial drilled anterior cruciate ligament reconstruction technique. *J Knee Surg* 2008;21- 3:246-9.
91. **Giron F, Buzzi R, Aglietti P.** Femoral tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction using three techniques. A cadaver study. *Arthroscopy* 1999;15-7:750-6.



92. **Jepsen CF, Lundberg-Jensen AK, Faunoe P.** Does the position of the femoral tunnel affect the laxity or clinical outcome of the anterior cruciate ligament-reconstructed knee? A clinical, prospective, randomized, double-blind study. *Arthroscopy* 2007;23-12:1326-33.
93. **Fiorenza F, Mabit C, Pecout C, Arnaud JP.** *Intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction using a free augmented distal iliotibial tract graft.* The American Orthopaedic Society for Sports Medicine, Lake Buena Vista, Florida, June 16-20, 1996:743.
94. **Lee MC, Seong SC, Lee S, Chang CB, Park YK, Jo H, Kim CH.** Vertical femoral tunnel placement results in rotational knee laxity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2007;23-7:771-8.
95. **Hart R, Krejzla J, Svab P, Kocis J, Stipcak V.** Outcomes after conventional versus computer-navigated anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2008;24-5:569-78.
96. **Aglietti P, Giron F, Buzzi R, Biddau F, Sasso F.** Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts. A prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A-10:2143-55.
97. **White LM, Kramer J, Recht MP.** MR imaging evaluation of the postoperative knee: ligaments, menisci, and articular cartilage. *Skeletal Radiol* 2005;34:431-52.
98. **Papakonstantinou O, Chung CB, Chanchairujira K, et al.** Complications of anterior cruciate ligament reconstruction: MR imaging. *EurRadiol* 2003;13:1106-17.
99. **Ilaslan H, Sundaram M, Miniaci A.** Imaging evaluation of the postoperative knee ligaments. *Eur J Radiol* 2005;54:178-88.
100. **Czyrny Z.** US and MR imaging of the postoperative knee. *Eur J Radiol* 2007;62:44-67.