



Année 2025

Thèse N°045/25

**LA POSITION DES TUNNELS FEMORAUX DANS LE CADRE  
DE LIGAMENTOPLASTIE DU LCA SOUS ARTHROSCOPIE**  
Expérience du service de Traumatologie-orthopédie à l'Hôpital Militaire  
Moulay Ismail de Meknès  
(à propos de 40 cas)

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 20/02/2025

PAR

Mme. SALIMANE Nour El Houda

Née le 26 septembre 1999 à Sefrou

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Ligament croisé antérieur - Ligamentoplastie - Méthode DIDT - Arthroscopie

JURY

M. ZEJJARI HASSANE.....PRÉSIDENT

Professeur d'enseignement supérieur de Traumatologie-orthopédie

M. CHERRAD TAOUFIK.....RAPPORTEUR

Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie

M. BOULAHROUD OMAR.....

Professeur d'enseignement supérieur de Neurochirurgie

M. BELABBES SOUFIANE .....

Professeur agrégé de Radiologie

M. BOUSBAA HICHAM..... MEMBRE ASSOCIÉ

Professeur assistant de Traumatologie-orthopédie



# PLAN

## SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	15
RAPPELS FONDAMENTAUX.....	18
I.Anatomie du genou.....	19
1.Surfaces articulaires.....	20
1.1.L'extrémité inférieure du fémur :.....	20
1.2.La face postérieure de la patella : .....	21
1.3.L'extrémité supérieure du tibia : .....	21
1.4.Les ménisques : .....	22
2.Moyens d'union .....	23
3.Vascularisation .....	26
4.Innervation .....	27
5.muscles Les principaux appareils du genou.....	28
6.la synoviale.....	29
7.le paquet adipeux du genou.....	29
II.ANATOMIE DU LCA.....	29
1.Insertion femorale .....	30
2.Insertion tibiale .....	35
3.Trajet : .....	36
4.Complexité de la structure du LCA :.....	37
5.Vascularisation du LCA : .....	39

---

6.Innervation du LCA .....	40
7.Anatomie microscopique du LCA.....	41
III.BIOMECANIQUE DU LCA .....	42
1.Les propriétés mécaniques du LCA :.....	42
1.1.plastique .....	42
1.3.resistance a la rupture .....	42
2.Rôle dans l'hyperextension .....	43
3.Rôle dans le roulement-glissement .....	44
4.Rôle dans la stabilité : .....	45
5.comportement en traction.....	46
6.Le frein primaire et secondaire .....	46
IV.MOYENS RADIOLOGIQUES D'EXPLORATION DU GENOU.....	47
1.Radiographie standards : .....	47
2.Imagerie par résonance magnétique (IRM) : .....	47
3.Radiographie dynamique :.....	49
4.Echographie : .....	49
5.Scanner : .....	49
6.Arthroscanner :.....	50
7.Arthroscopie :.....	50
PATIENTS ET METHODES.....	51
I.PATIENTS : .....	52
II.METHODE : .....	52

---

III.TRAITEMENT CHIRURGICAL.....	53
III.OBJECTIF : .....	75
RESULTATS .....	76
I.DONNEES EPIDEMIOLOGIQUE : .....	77
1.Age : .....	77
2.Sexe : .....	78
3.Les Antécédents : .....	79
4.Profession : .....	80
5.Activité sportive :.....	80
6.Etiologies :.....	80
7.Mécanisme lésionnel :.....	81
8.Côté atteint : .....	82
9.Délai entre le traumatisme et l'intervention : .....	83
II.ETUDE CLINIQUE .....	83
1.Signes fonctionnels :.....	83
2.Examen clinique .....	84
III.ETUDE PARACLINIQUE :.....	85
1.Radiographie standard :.....	85
2.Imagerie par résonance magnétique(IRM) : .....	86
IV.COMPLICATIONS .....	88
V.EVALUATION DES RÉSULTATS DE LA CHIRURGIE : .....	89
1.Evaluation clinique postopératoire :.....	89

---

2-Evaluation scanographique 3D postopératoire : .....	92
DISCUSSION .....	97
I. ANATOMOPATHOLOGIE : .....	98
A- lésions élémentaires .....	98
B- Les lésions associées.....	100
II.Etude Epidémiologique :.....	101
1.Age .....	101
2.Sexe .....	102
3.Côté atteint .....	103
4.Niveau sportif.....	104
5.Etiologies.....	105
6.Mécanisme lésionnel.....	105
III.Diagnostic clinique.....	110
1.Interrogatoire .....	111
2.Signes fonctionnels.....	111
3.Signes physiques .....	112
IV.Etude paraclinique : .....	116
1.Radiographie standard :.....	116
2.imagerie par résonance magnétique (IRM) : .....	118
3.Arthroscanner :.....	123
4.Arthroscopie diagnostique : .....	123
V.Traitement chirurgical :.....	124

---

1-Buts : .....	125
2.Traitement fonctionnel : .....	126
3.Traitement orthopédique : .....	127
4. Traitement chirurgical.....	127
5.Les suites opératoires : .....	153
6.Rééducation : .....	153
VI.Evaluation clinique post opératoire :.....	155
1.Signes fonctionnels :.....	155
2.Examen du genou : .....	157
3.Les résultats globaux :.....	159
VII.Evaluation radiographique post opératoire :.....	162
1.Radiographie standard : .....	162
2. TDM postopératoire : .....	164
VIII.Complications : .....	171
1. Peropératoires : .....	171
2. En post-opératoire immédiat : .....	171
3. Complications tardives : .....	172
IX.Prévention : .....	175
CONCLUSION .....	176
RÉSUMÉS.....	179
ANNEXES.....	185
BIBLIOGRAPHIE .....	197

## LISTE DES FIGURES

Figure 1:L'articulation du genou vue d'ensemble .....	19
Figure 2:Surfaces articulaire de l'extrémité inférieure du fémur .....	20
Figure 3:Surface articulaire rotulienne .....	21
Figure 4:Vue supérieure du plateau tibial (sans ménisques) .....	22
Figure 5:Plateau tibial avec insertion méniscale .....	23
Figure 6:Vue postérieure du genou (ligaments croisés et ménisques).....	26
Figure 7:Vascularisation du genou.....	27
Figure 8:Innervation du genou.....	27
Figure 9:Les muscles du genou .....	28
Figure 10:Vue antérieure de l'appareil ligamentaire du genou.....	30
Figure 11:Vue antérieure en flexion du genou droit montrant l'insertion fémorale du LCA sur la face axiale du condyle externe juste en arrière de la ligne prolongeant la corticale.....	32
Figure 12:Vue Latérale du genou qui montre l'insertion femorale du LCA.....	33
Figure 13 : Insertion fémorale du LCA.....	34
Figure 14:Insertion femorale du LCA .....	34
Figure 15:Insertion tibiale du LCA .....	36
Figure 16 : LCA et deux daisceaux, antéromédial (AM) et postérolatéral (PL)	
Figure 17:Les deux faisceaux du ligament croisé antérieur(LCA) en arthroscopie : vue antérieure : faisceau antéromédial (noté AM sur l'image arthroscopique) et faisceau postérolatéral (PL).....	38
Figure 18: Section sagittale (A) montrant l'origine de l'artère moyenne du genou qui est à angle droit (flèche) depuis l'artère poplitée (P), perce la capsule postérieure verticalement (tête de flèche), et sa distribution intra-articulaire dans l'os et les	

---

tissusmous. (B). Section coronale montrant une distribution en éventail des branches du toit de l'échancrure intercondylienne.....	40
Figure 19:Récepteurs de Ruffni (A) et récepteurs de Paccini (B) .....	41
Figure 20:comportement du LCA en extension .....	43
Figure 21 :comportement du LCA en flexion.....	44
Figure 22:IRM du LCA normal.....	48
Figure 23:IRM d'une Rupture du LCA.....	48
Figure 24:Installation du malade . .....	54
Figure 25:Les matériaux opératoires nécessaires pour la reconstruction du LCA	55
Figure 26: Individualisation des tendons DIDT à partir d'une incision sur la palette d'oie.....	57
Figure 27:Les 2 tendons du DIDT .....	58
Figure 28:Assemblage des deux tendons DIDT en 4 Brins et leur suture les uns aux autres.....	58
Figure 29:Exploration arthroscopique du genou .....	59
Figure 30:Vue arthroscopique d'une anse de seau méniscale .....	60
Figure 31:Vue arthroscopique de l'échancrure avant nettoyage .....	61
Figure 32:Vue arthroscopique de l'échancrure après nettoyage.....	61
Figure 33:aspect du tunnel fémoral après forage sous arthroscopie.....	63
Figure 34: La pénétration du greffon dans le tunnel fémoral en tractant sur la bandelette à l'aide d'un fil tracteur.....	64
Figure 35:Fixation fémorale par une vis d'interférence .....	65
Figure 36:Fixation tibiale par une vis d'interférence.....	65
Figure 37:Installation du patient en décubitus dorsale , jambe pendante , voie d'abord médiane .....	67
Figure 38:prélèvement du greffon .....	68

---

Figure 39:Préparation du transplant .	68
Figure 40:Forage des tunnels	69
Figure 41:Mise en place du transplant à l'aide d'un fil traceur	70
Figure 42:Fixation par une vis d'interférence résorbable	71
Figure 43:Reconstruction scanographique 3D des consyles fémoraux et l'échancrure intercondylienne	74
Figure 44 : Radiographies standards F/P du genou atteint sans anomalie	86
Figure 45:Aspect d'un LCA à l'IRM	87
Figure 46:Reconstruction scanographique 3D des consyles fémoraux et l'échancrure intercondylienne	93
Figure 47:IRM montrant une rupture du ligament croisé antérieur	99
Figure 48:genou fléchi jambe en valgus rotation externe du tibia	106
Figure 49:Varus Flexion Rotation Interne	107
Figure 50:changement brusque de direction du joueur sur le pied intérieur	108
Figure 51:Hyperextension fémoro-tibiale	109
Figure 52:pied lancé dans le vide	109
Figure 53:Test de Lachman	113
Figure 54:Manoeuvre de recherche d'un tiroir antérieur	114
Figure 55:Manœuvre de recherche du ressaut rotatoire	114
Figure 56:Radiographie de face (A) , de profile (B) et axiale de la rotule à 30° de Flexion (C)	116
Figure 57:Radiographie du genou face mettant en évidence une fracture du Segond	117
Figure 58:Radiographie du genou montrant un arrachement des épines tibiales	118
Figure 59:Aspect du LCA intact à droite et LCA rompu à gauche en IRM.	119
Figure 60:Subluxation antérieure du plateau tibial latéral	121

---

Figure 61:Verticalisation du LCP lors d'une rupture du LCA confirmée par l'arthroscopie .....	122
Figure 62:Différents aspects arthroscopiques du LCA .....	124
Figure 63:LCA normal (gauche) / LCA rompu (droite) en vue arthroscopique.....	132
Figure 64:Voie d'abord arthroscopique antéroexterne et antérointerne .....	133
Figure 65:Les voies d'abord .....	133
Figure 66:Le site de prélèvement du greffon DIDT .....	138
Figure 67:La visualisation du tendon DIDT au niveau de l'incision.....	139
Figure 68:Etapes dans la préparation de la greffe .....	140
Figure 69:Aspect du tunnel fémoral après forage .....	144
Figure 70:Passage du transplant au niveau des tunnels .....	145
Figure 71:Fixation fémorale à l'aide d'une vis d'interférence sous arthroscopie....	147
Figure 72:Vue arthroscopique montrant l'aspect final du transplant DIDT selon le concept du LCA biologique 'Genou gauche' .....	148
Figure 73:Installation en décubitus dorsal , jambe o-pendante sur une cal avec une barre à genou . .....	149
Figure 74:Plastie intra-articulaire : KENNETH JONES.....	151
Figure 75:Méthode du quadrant telle que décrite par Bernard et al.....	164
Figure 76:Identification du tunnel fémoral par un scanner avec reconstruction 3D .....	166
Figure 77:Identification du tunnel fémoral par un scanner avec reconstruction 3D . Le tunnel fémoral est trop postérieur , avec un risque de rupture de la corticale postérieure et un excès de tension en extension . .....	167
Figure 78:Technique de Magnussen et al. pour analyser le positionnement intra-articulaire du tunnel fémoral sur une reconstruction 3D du fémur avec une coupe passant par l'échancrure et montrant le condyle externe. ....	168

---

Figure 79:Identification du tunnel fémoral par un scanner 3D retrouvant un positionnement satisfaisant du tunnel fémoral intra-articulaire, entre la crête intercondylienne latérale (resident ridge) et le début de la surface cartilagineuse postérieure (A à D) .....	169
Figure 80:La position normale du tunnel fémoral en utilisant la grille de Bernard et Hertel .....	170

---

## LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1:Répartition des patients selon l'âge .....	77
Graphique 2:Répartition des patients selon le sexe .....	78
Graphique 3:Les ATCD des patients dans notre série .....	79
Graphique 4:Répartition des patients selon leur niveau sportif .....	80
Graphique 5:Les étiologies des ruptures du LCA dans notre série .....	81
Graphique 6:Les différents mécanismes de rupture du LCA.....	82
Graphique 7:Répartition selon le côté atteint .....	82
Graphique 8:Répartition des signes fonctionnels dans notre série .....	83
Graphique 9:Les Tests ligamentaires .....	84
Graphique 10:Le reste de l'examen clinique .....	85
Graphique 11:Les lésions associées à la rupture du LCA découvertes sur l'IRM.....	88
Graphique 12:Les symptômes rapportés par le patient après reconstruction du LCA .....	90
Graphique 13:Les résultats de l'examen du genou dans la littérature. ....	115
Graphique 14:Les lésions associées à la rupture du LCA. ....	123
Graphique 15:la douleur résiduelle fémoropatellaire .....	156

---

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Répartition des points selon les items du score de Lysholm .....	73
Tableau 2: Répartition des patients selon l'âge .....	77
Tableau 3: Répartition des patients selon le sexe .....	78
Tableau 4: Le score de Lysholm en postopératoire .....	92
Tableau 5: Répartition de rupture du LCA du genou selon l'âge en fonction des auteurs. ....	102
Tableau 6: Répartition de rupture du LCA du genou selon le sexe .....	103
Tableau 7: Répartition de rupture du LCA selon le côté atteint. ....	103
Tableau 8: Le niveau d'activité sportive selon les différentes séries .....	104
Tableau 9: Répartition des étiologies de rupture du LCA selon les auteurs .....	105
Tableau 10: Les mécanismes de survenu d'une rupture du LCA .....	110
Tableau 11: Les signes fonctionnels trouvés lors de l'examen du genou. ....	112
Tableau 12: Les signes physiques trouvés à l'examen clinique .....	115
Tableau 13: Les différentes techniques chirurgicales de reconstruction du LCA....	125
Tableau 14: L'instabilité du genou en postopératoire .....	156
Tableau 15: Amyotrophie du muscle quadriceps .....	157
Tableau 16: Laxité résiduelle en millimètre des différentes séries à l'arthrométrie .	159
Tableau 17: Pourcentage de reprise d'activité sportive après ligamentoplastie .....	160
Tableau 18: Le délai moyen de reprise du sport en mois après une plastie de LCA	160
Tableau 19: La moyenne du score de Lysholm et Tegner calculée .....	162

---

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**AS** : Accident de sport

**AT** : Accident de travail

**AVP** : Accident de voie publique

**DIDT** : Droit interne–Demi tendineux

**FAM** : Faisceau antéro–médial

**FPL** : Faisceau postéro–latéral

**F/P** : Face/profil

**IJ** : Ischiojambiers

**IRM** : Imagerie par résonance magnétique

**KJ** : Kenneth Jones

**LCA** : Ligament croisé antérieur

**LCL** : Ligament collatéral latéral

**LCM** : Ligament collatéral médial

**LCP** : Ligament croisé postérieur

**LAL** : Ligament antérolatéral

**ME** : Ménisque externe

**MI** : Ménisque interne

**PAPI** : Point d'angle postéro–interne

**RLCA** : Remplacement du ligament croisé antérieur

**TR** : Tendon Rotulien

**VARFI** : Varus flexion rotation interne

**VALFE** : Valgus flexion rotation externe

**VPP** : Valeur prédictive positive

**VPN** : Valeur prédictive négative

# INTRODUCTION

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) du genou est l'une des lésions ligamentaires du genou les plus fréquentes et les plus graves soit 6% des traumatismes du genou. C'est l'apanage du sujet jeune sportif, et sa fréquence ne cesse d'augmenter en raison de l'augmentation de la pratique sportive ces dernières années.

Cette lésion perturbe la cinématique et la mobilité du genou, entraînant à court terme des épisodes récurrents d'instabilité et à long terme une dégradation des structures capsulo-méniscales et cartilagineuses.

L'examen clinique peut assurer le diagnostic devant l'existence d'un tiroir antérieur (test de Lachman positif) . Cependant, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) est régulièrement demandée afin de confirmer le diagnostic et faire un bilan lésionnel complet.

Le LCA n'ayant pas de potentiel de cicatrisation, il n'est pas « réparable » : le principe de la chirurgie est de le remplacer (ligamentoplastie). Le nouveau ligament provient d'une greffe prélevée chez le patient lui-même.

Le choix du greffon et la précision de son implantation déterminent les qualités biomécaniques et la stabilité du genou reconstruit, ainsi que l'évolution et le retour à l'activité antérieure du patient sans déficits.

De nombreuses techniques de ligamentoplastie ont été proposées dans la littérature, parmi lesquelles : la **Technique DIDT** utilisant les tendons des muscles droit interne et demi-tendineux et la **technique de Kenneth-Jones (KJ)** utilisant le tendon rotulien.

Pour garantir le succès de la chirurgie, il est essentiel de positionner correctement les tunnels tibial et fémoral . Un bon positionnement est important pour obtenir des résultats fonctionnels et cliniques optimaux.

---

Les meilleurs résultats sont atteints lorsque la reconstruction est réalisée de manière pratiquement anatomique[1].

Notre travail est une étude rétrospective comparative qui porte sur une série de 40 patients présentant une rupture post traumatique de LCA : 50% traités par la technique DIDT sous arthroscopie et 50% traités par la technique KJ à ciel ouvert au sein du service de Traumatologie-Orthopédie de l'hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknes , sur une durée de deux ans allant de janvier 2022 à janvier 2024.

L'objectif de notre étude est de comparer le positionnement des tunnels fémoraux chez les deux groupes et d'évaluer les résultats cliniques du traitement chirurgical des ruptures du LCA selon la technique de DIDT sous arthroscopie et les comparer avec la technique KJ à ciel ouvert .

# RAPPELS FONDAMENTAUX

## I. Anatomie du genou

Le genou est l'articulation interposée entre la partie distale du fémur et la partie proximale du tibia. [2]

Elle est constituée de deux articulations : l'articulation fémorotibiale , entre le tibia et le fémur , et l'articulation fémoro-patellaire , entre la patella et le fémur. (Figure 1)

L'étude anatomique du genou permet de décrire de manière précise les différentes surfaces articulaires et les attaches des ligaments. Cela nous aide à comprendre comment les compartiments fémoro-tibial et fémoro-patellaire fonctionnent ensemble pour assurer la stabilité de l'articulation. Toutefois, cette approche isolée ne suffit pas. Il est essentiel de considérer le genou dans le contexte global de la biomécanique du membre inférieur.[3]

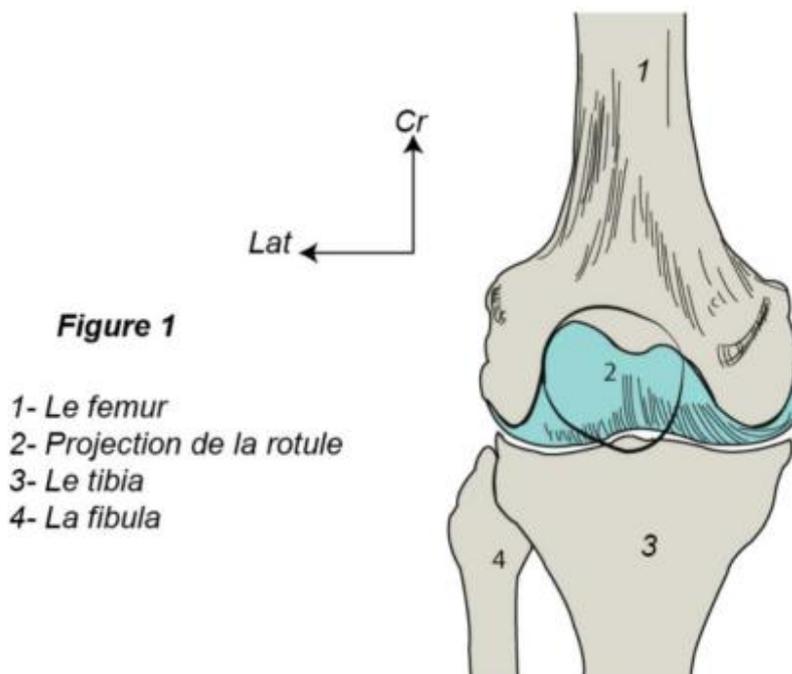


Figure 1: L'articulation du genou vue d'ensemble [4]

## 1.Surfaces articulaires

### 1.1.L'extrémité inférieure du fémur :

L'extrémité inférieure du fémur est constituée de : (Figure 2)

- La trochlée : située à la partie médiane antérieure , elle s'articule avec la face postérieure de la rotule , son versant latéral est plus large que le medial .
- Les deux condyles : le condyle médial et le condyle latéral , prolongeant les versants de la trochlée en postérieur , elles s'articulent en bas avec les cavités glénoïdes par l'intermédiaire des ménisques et en avant avec la face dorsal de la patella.
- Le cartilage qui recouvre cette surface articulaire.

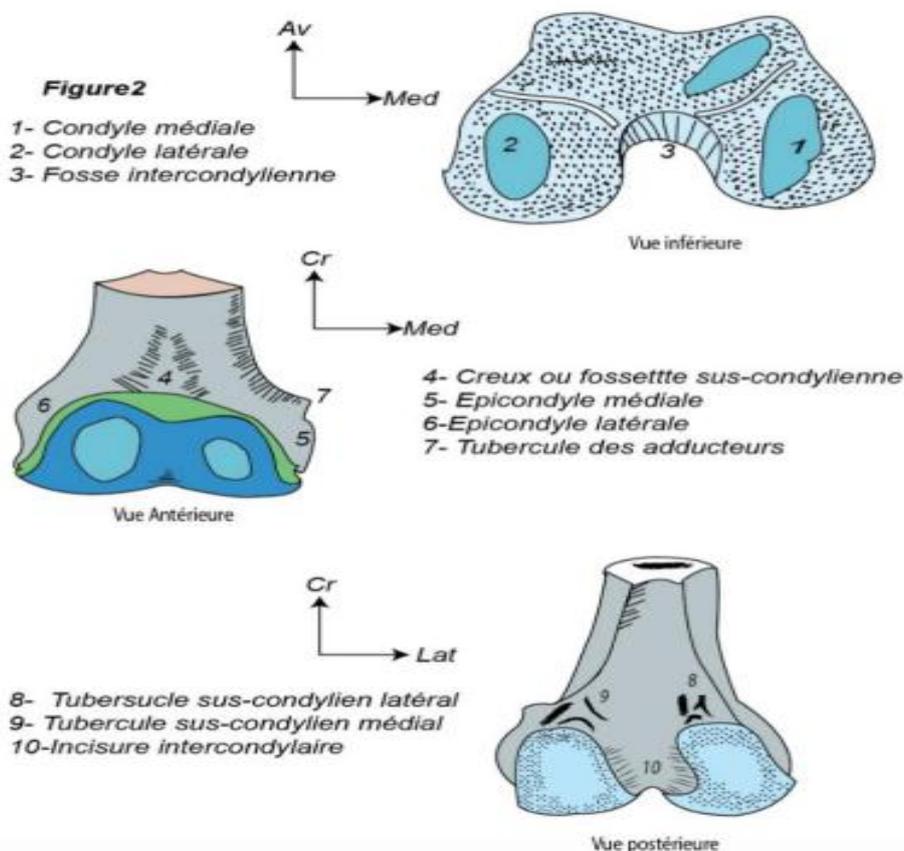
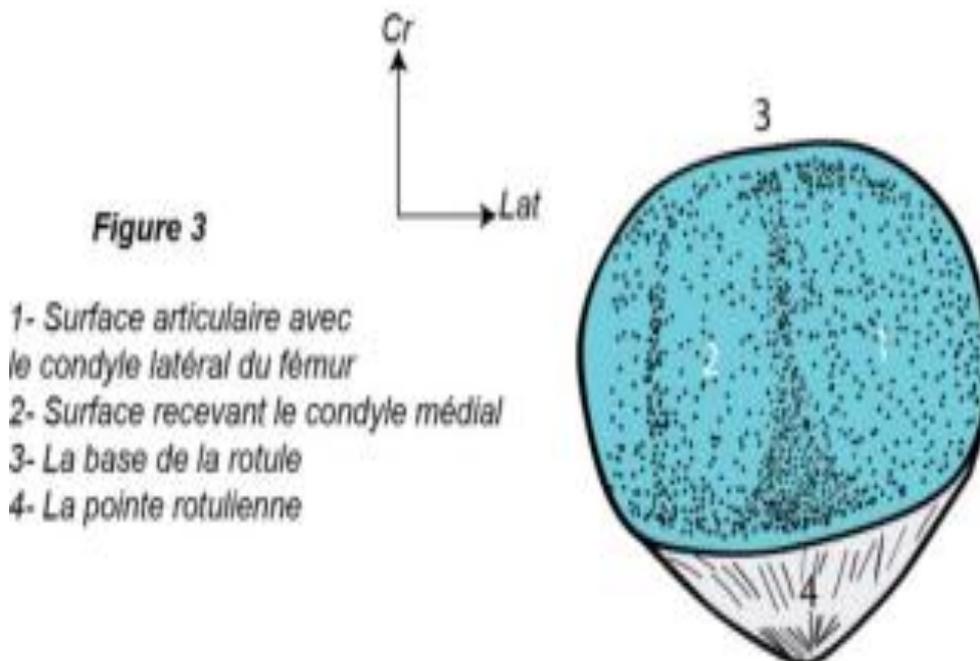


Figure 2:Surfaces articulaire de l'extrémité inférieure du fémur[4]

### 1.2.La face postérieure de la patella : (Figure 3)

C'est un os sésamoïde, se présente sous forme d'un triangle dont la pointe est dirigée vers la bas , elle est superficielle et directement accessible à la palpation. Elle s'articule en arrière avec le fémur au niveau de la trochlée fémorale donnant l'articulation fémoro-patellaire.

Elle est située entre la terminaison du tendon du quadriceps fémoral en haut et le tendon rotulien en bas avec lequel elle est rattachée au Tibia. Le rôle physiologique de la Patella est le renforcement du tendon du quadriceps fémoral en agissant comme une poulie décomposant la force exercée sur celui-ci.



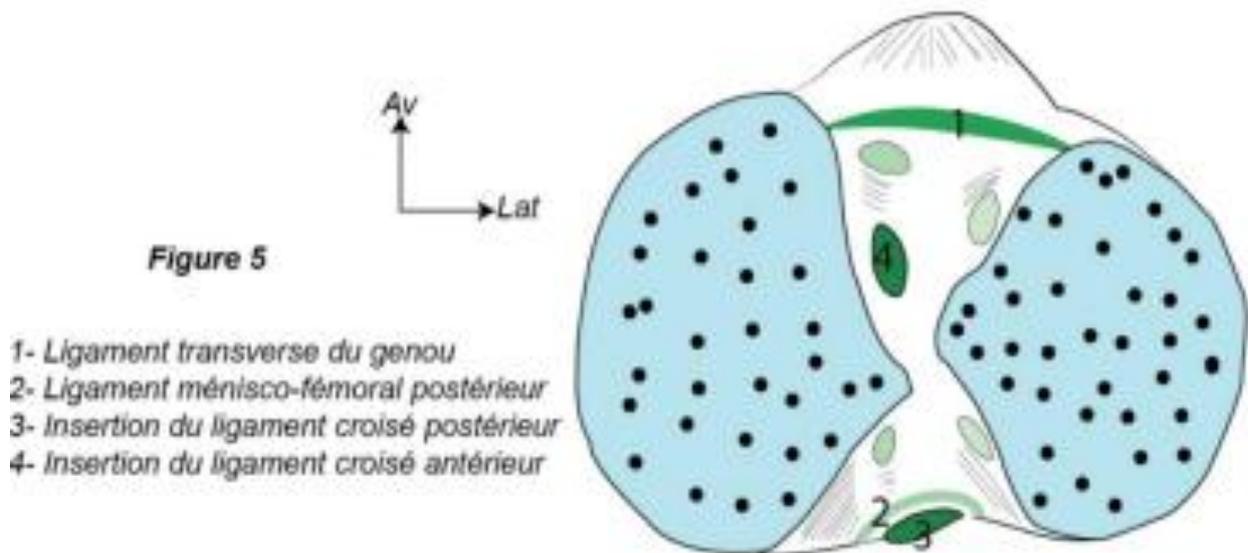
**Figure 3:Surface articulaire rotulienne[4]**

### 1.3.L'extrémité supérieure du tibia :

Elle présente (Figure 5) :

- Deux cavités glénoïdiennes qui s'articulent avec les condyles fémoraux.
- Un espace inter glénoïdien, non articulaire, qui comporte les surfaces d'insertion des ligaments croisés et des cornes méniscales.

- Le cartilage qui recouvre cette surface articulaire.



**Figure 4:Vue supérieure du plateau tibial (sans ménisques)[4]**

#### **1.4.Les ménisques : (Figure 4)**

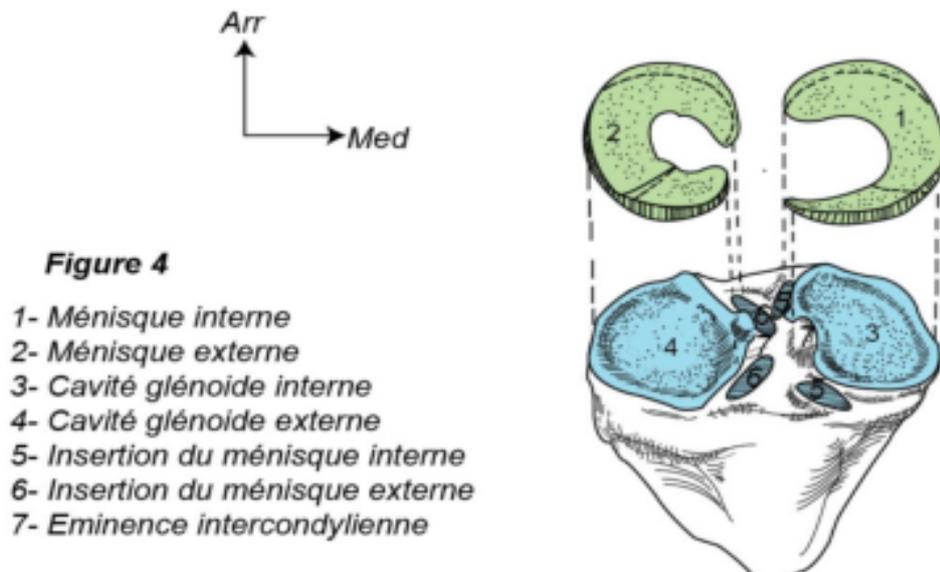
Structures fibro-cartilagineuses périphériques , qui présentent deux surfaces :  
l'une Supérieure concave sur laquelle repose le condyle fémoral correspondant et  
l'autre inférieure plate qui repose sur le plateau tibial .

Ils sont richement vascularisés dans leurs tiers périphériques (zone rouge)  
contrastant avec une faible vascularisation centrale (zone blanche).

Ils sont au nombre de deux :

- un médial, en forme de C, est interposé entre le condyle fémoral médial et le plateau tibial médial
- et l'autre latéral, en forme de O incomplet, s'articule entre le condyle fémoral latéral et le plateau tibial latéral .

Les attaches centrales s'effectuent sur la zone intercondyloire du tibia. L'attache antérieure, plus fragile, est dédoublée par une charpe fibreuse qui unit les cornes antérieures des deux ménisques.



**Figure 5:Plateau tibial avec insertion méniscale[4]**

## **2.Moyens d'union**

L'articulation du genou est peu congruente comparée à la cheville ou à la hanche, ses surfaces articulaires n'étant pas encastrées. Cela implique que ses moyens d'union et de stabilisation soient particulièrement importants et puissants. Ces différents moyens d'union sont représentés par : (Figure 6)

- Deux fibrocartilages : les ménisques.
- **LCA** : sera décrit ultérieurement
- **LCP** :ligament croisé postérieur) est un ligament situé à l'intérieur du genou, reliant la partie postérieure du fémur à la partie antérieure du tibia.

---

Il a pour fonction principale de limiter la translation postérieure du tibia par rapport au fémur, particulièrement lors de mouvements de flexion du genou.

**\*ses attaches :**

**Insertion fémorale :** Le LCP s'insère sur la surface latérale du condyle fémoral médial, à l'arrière du fémur.

**Insertion tibiale :** Il se fixe sur la surface postérieure du plateau tibial, légèrement en dessous de la tubérosité tibiale antérieure.

**\* sa vascularisation :** Il est généralement plus vascularisé que le LCA .

Le LCP bénéficie d'une meilleure irrigation sanguine grâce aux branches de l'artère poplitée, ce qui lui confère une vascularisation relativement plus importante. En revanche, le LCA est moins vascularisé, ce qui peut compliquer sa guérison en cas de rupture, d'où l'importance de la reconstruction chirurgicale pour assurer sa réparation fonctionnelle.

Cette différence de vascularisation explique en partie pourquoi les lésions du LCP peuvent avoir un pronostic légèrement plus favorable en termes de guérison naturelle comparé au LCA

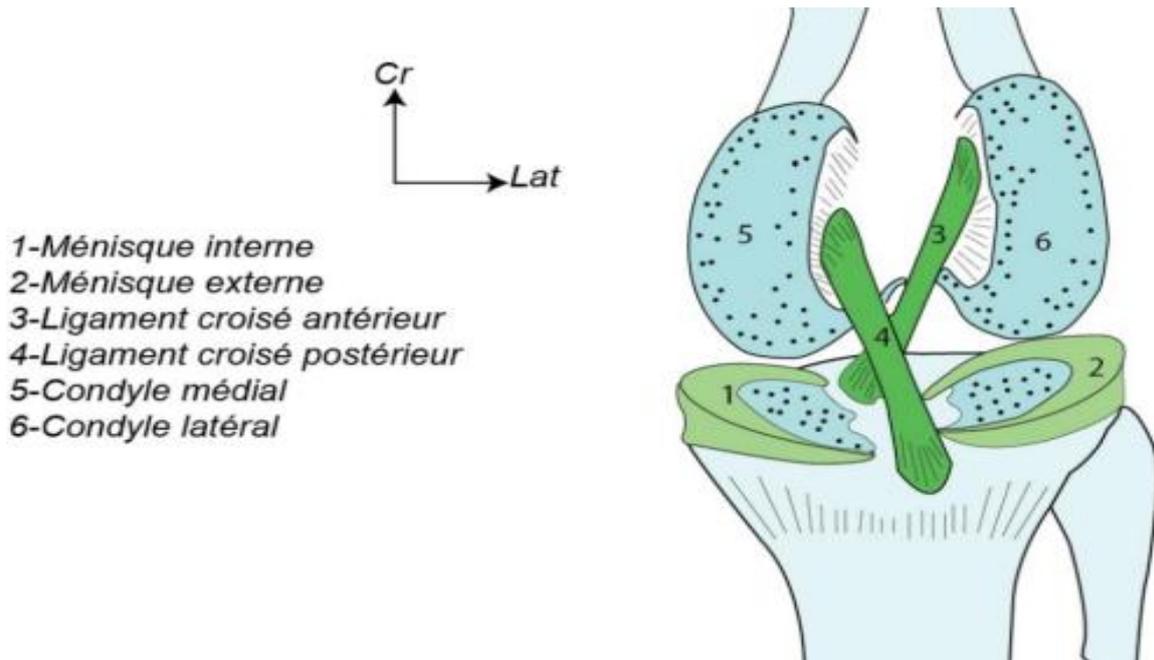
• **LCM :** Le ligament collatéral médial est un ligament situé à l'intérieur du genou, reliant le fémur au tibia. Il joue un rôle clé dans la stabilisation du genou en limitant l'inclinaison excessive vers l'intérieur (mouvement de varus). Le LCM est souvent sollicité lors de mouvements de torsion ou de contact direct sur le côté du genou. Les blessures du LCM peuvent aller de l'entorse légère à une rupture complète, et elles sont fréquentes lors de sports nécessitant des mouvements de pivot ou de contact. La reconstruction du LCM peut être nécessaire en cas de rupture sévère, en particulier

---

si elle provoque une instabilité du genou ou est associée à d'autres lésions ligamentaires.

• **LCL** : Le ligament collatéral latéral est un ligament situé à l'extérieur du genou, reliant le fémur au péroné. Il joue un rôle important dans la stabilité latérale du genou en limitant l'inclinaison excessive vers l'extérieur. Contrairement au LCA, le LCL n'est pas impliqué dans la stabilisation de la translation antérieure du tibia, mais il protège le genou contre les forces de valgus (ouverture vers l'extérieur) qui pourraient causer des blessures. Les lésions du LCL sont souvent associées à des traumatismes de la région latérale du genou, mais elles sont moins fréquentes que celles du LCA. La reconstruction du LCL est parfois nécessaire en cas de rupture grave, surtout lorsqu'il y a une instabilité latérale du genou.

• **LAL** : Le ligament antérolatéral est une structure fibreuse située à l'extérieur du genou, essentielle pour la stabilité, la prévention de la translation antérieure du tibia et la limitation des rotations internes. Lors d'une rupture du LCA, la reconstruction du LAL peut être utilisée pour renforcer la stabilité du genou, en particulier en cas d'instabilité résiduelle. Il est souvent intégré dans les techniques de reconstruction à double faisceau du LCA et utilisé comme greffon dans la reconstruction extra-articulaire pour stabiliser le genou.



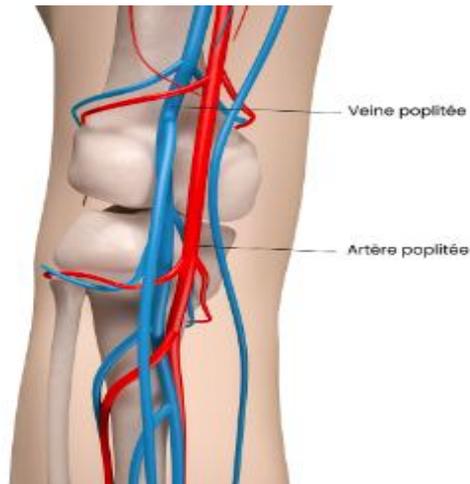
**Figure 6:Vue postérieure du genou (ligaments croisés et ménisques)[4]**

### **3.Vascularisation (Figure 7)**

Le système artériel du genou est formé par une branche principale à savoir l'artère poplitée aux collatérales nombreuses. Celles-ci forment le cercle artériel de la patella. Les vaisseaux cheminent dans l'épaisseur du fascia superficiel et à la face profonde ceux-ci convergent vers le quadrant inféro-latéral pour former une étoile qui sera le départ de la vascularisation patellaire. [5] , [6]

Le système veineux est représenté par la veine poplitée qui accompagne l'artère poplitée laquelle lui est unie via un tissu conjonctif très dense. Elle reçoit les veines satellites des branches collatérales de l'artère collatérale et la veine saphène externe.

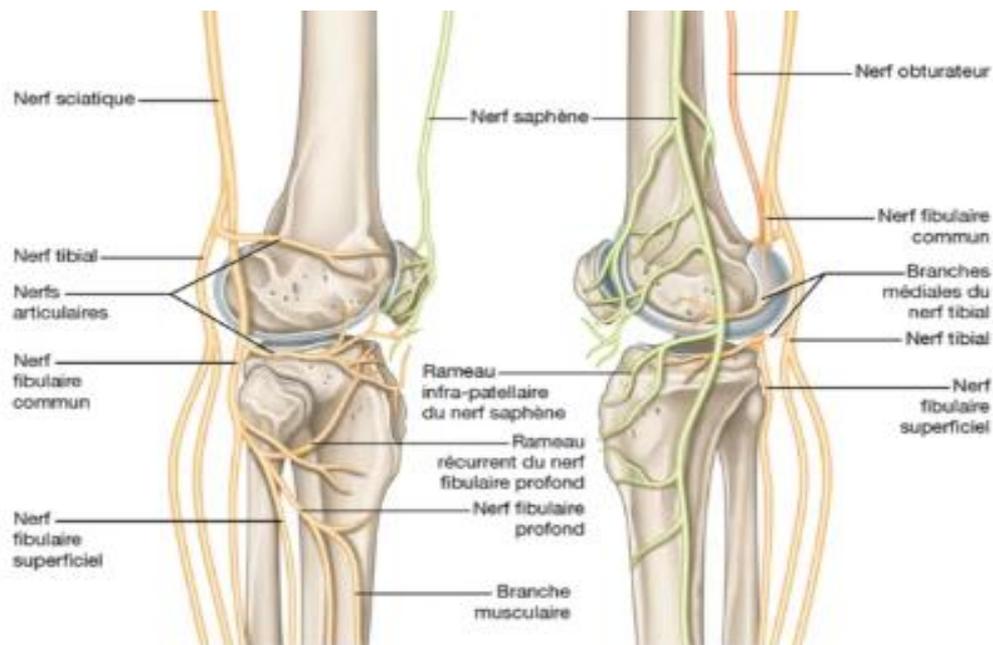
C'est une vascularisation pauvre et sa nutrition se fait principalement par une diffusion à partir du liquide synovial.



**Figure 7:Vascularisation du genou[7]**

#### **4.Innervation (Figure 8)**

L'innervation du genou est assurée par deux branches du nerf grand sciatique à savoir le nerf péronier destiné à la partie postéro-latérale de l'articulation et le nerf tibial assurant l'innervation de la partie postéro-médiale. L'innervation de la partie antérieure est assurée par deux branches du nerf saphène interne.



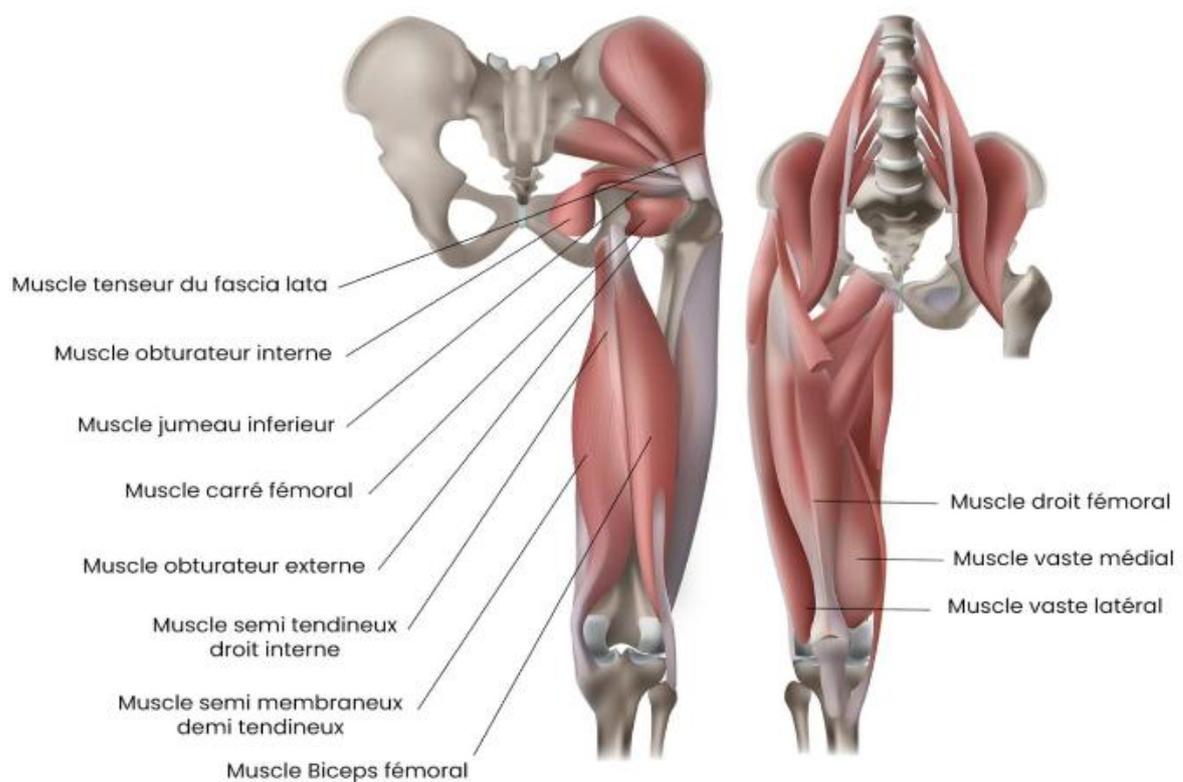
**Figure 8:Innervation du genou[7]**

## 5.muscles

*Les principaux appareils du genou [7] : (Figure 9)*

- L'appareil extenseur : le muscle quadriceps fémoral et son tendon , de la patella et le tendon rotulien .
- L'appareil fléchisseur : muscles gastro-cnémiens , muscle gracile , muscle sartorius , muscles ischio-jambiers ( biceps fémoral, demi-membraneux et le demi-tendineux) et muscle poplité .

L'appareil rotateur : les muscles qui permettent la rotation externe (biceps crural, tenseur du fascia lata) et qui permettent la rotation interne (sartorius, demi-tendineux, demi-membraneux, gracile, poplité).



**Figure 9:Les muscles du genou [7]**

---

## 6. la synoviale

Elle est la plus vaste des synoviales articulaires, recouvrant la face interne de la capsule articulaire. Elle se prolonge sur l'os depuis la ligne d'insertion de la capsule jusqu'au cartilage articulaire. Au niveau de la patella, elle s'arrête au même endroit que la capsule entourant le cartilage. Elle présente des prolongements[8] :

- En avant : le cul de sac sus-quadricepsal.
- En arrière : le prolongement poplité sus-condylien.

Les replis synoviaux du genou, qui sont des vestiges embryonnaires de la membrane synoviale, sont au nombre de quatre : supra-patellaire, infra-patellaire, médio-patellaire et latéro-patellaire.

## 7. le paquet adipeux du genou

Principalement constitué de la graisse de Hoffa, c'est une masse grasseuse dense située derrière le ligament patellaire et la partie extra-articulaire de la patella.[9]

## II. ANATOMIE DU LCA

Le ligament croisé antérieur (LCA) est un cordon fibreux d'environ 32 mm de long (variant de 22 mm à 41 mm) et entre 7 et 12 mm de diamètre [10] . Les longueurs minimales et maximales correspondent à des contingents de fibres entre lesquels existent tous les intermédiaires :

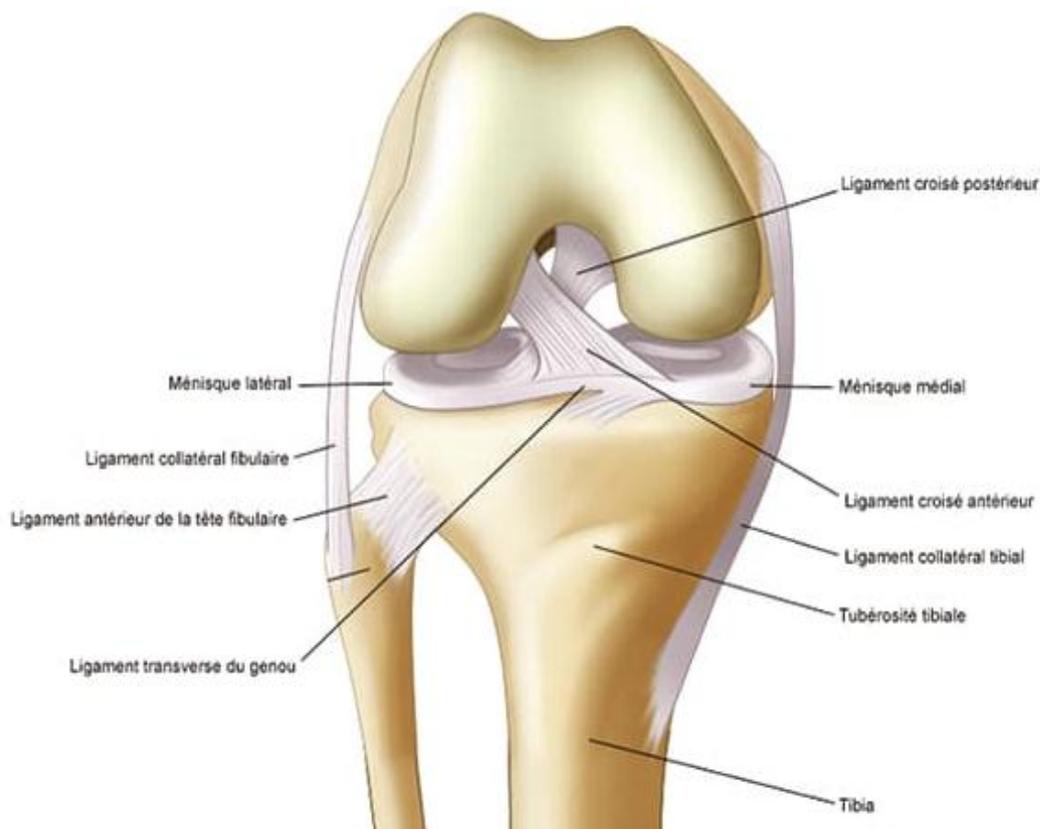
• Le **Faisceau Antéro Médial**, le plus long et volumineux , le plus souvent lésé dans la pathologie traumatique.

• Le **Faisceau Postéro Latéral**, le plus vertical .

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

Le LCA s'étend de l'espace inter-glénoïdien du plateau tibial à la fosse inter-condyloïde et est classiquement décrit comme intra-articulaire et extra-synovial[11].

Son origine se trouve sur la face médiane du condyle latéral, il suit un trajet oblique vers le bas, l'avant et le dedans, en croisant le ligament croisé postérieur pour se terminer sur la surface intercondyloïde antérieure du tibia [12]. (Figure 10)



**Figure 10:Vue antérieure de l'appareil ligamentaire du genou[13]**

### **1.Insertion fémorale [14],[15],[16],[17]**

L'insertion fémorale présente une forme ovale ou semi-circulaire à convexité postérieure, avec un grand axe vertical ou incliné vers le bas et l'arrière d'environ 25°. Ses dimensions sont d'environ 10 mm dans le sens antéropostérieur et de 10 à 20 mm dans le sens supéro-inférieur. Elle est limitée en avant par une crête osseuse,

---

appelée « crête de l'interne » ou « resident's ridge », et en arrière par la surface articulaire du condyle postérieur. Aucune fibre ne s'insère en avant de cette crête.

Le centre de l'insertion se situe :

- à 25 mm en arrière du sommet de l'échancrure intercondylienne et à 75 % de la dimension antéropostérieure de l'épiphyse fémorale ;

- à 15 mm en dessous de la jonction condylofémorale latérale et à 28,5 % de la hauteur supéro-inférieure perpendiculairement à la ligne de Blumensaat.

Une méta-analyse situe cette insertion à 43 % de la hauteur proximodistale de l'échancrure et à  $r + 2,5$  mm en avant du cartilage condylien postérieur,  $r$  étant le rayon de courbure du condyle fémoral postérieur.

Sa surface varie de 83 à 197 mm<sup>2</sup>, tandis que l'insertion tibiale représente 120 % de cette surface. Le repérage sur radiographies standard est complexe, et l'utilisation de scanners ou d'IRM, bien que plus fiable, reste peu validée et peu courante en pratique.[18]

De nombreux auteurs soulignent que la principale cause d'échec du remplacement du ligament croisé antérieur (RLCA) est un positionnement fémoral inadéquat. (Figure 11,12,13 et 14 )

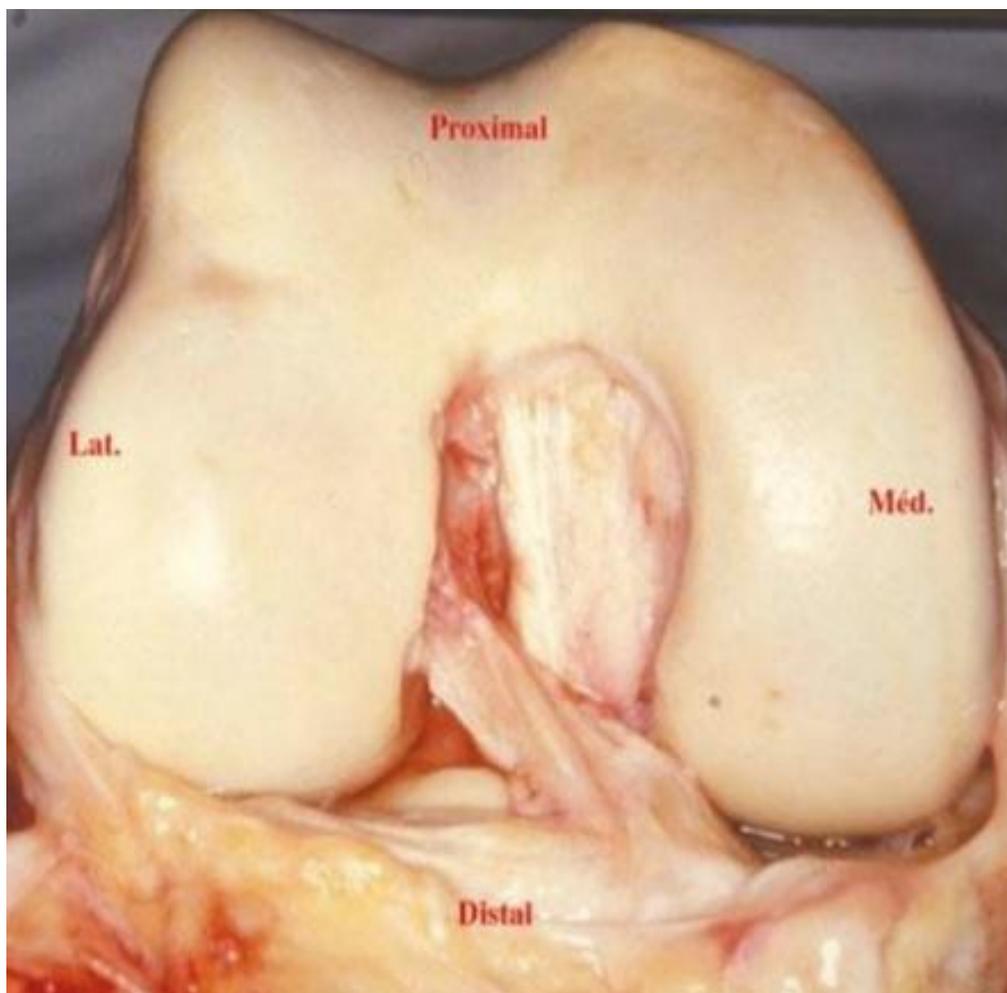


Figure 11:Vue antérieure en flexion du genou droit montrant l'insertion fémorale du LCA sur la face axiale du condyle externe juste en arrière de la ligne prolongeant la corticale[19]



Figure 12:Vue Latérale du genou qui montre l'insertion femorale du LCA[19]

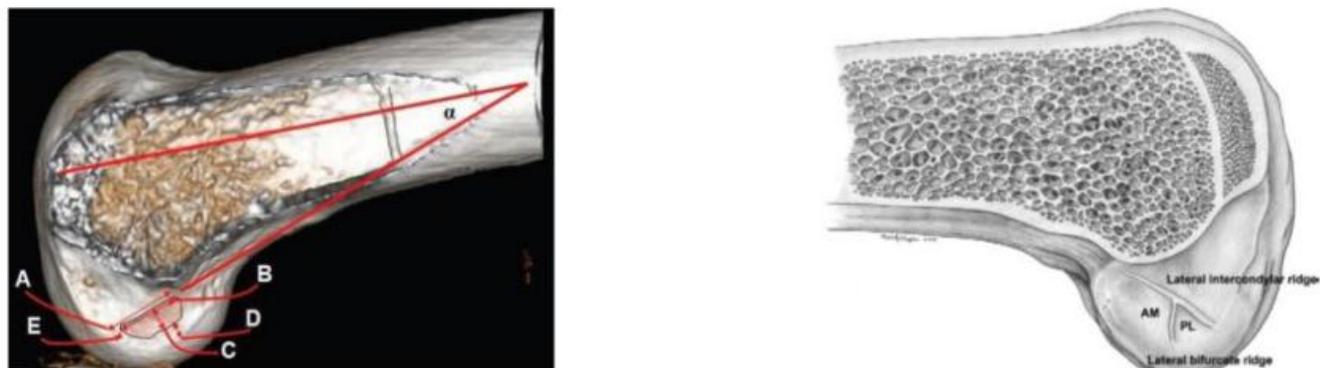


Figure 13 : Insertion fémorale du LCA[20]

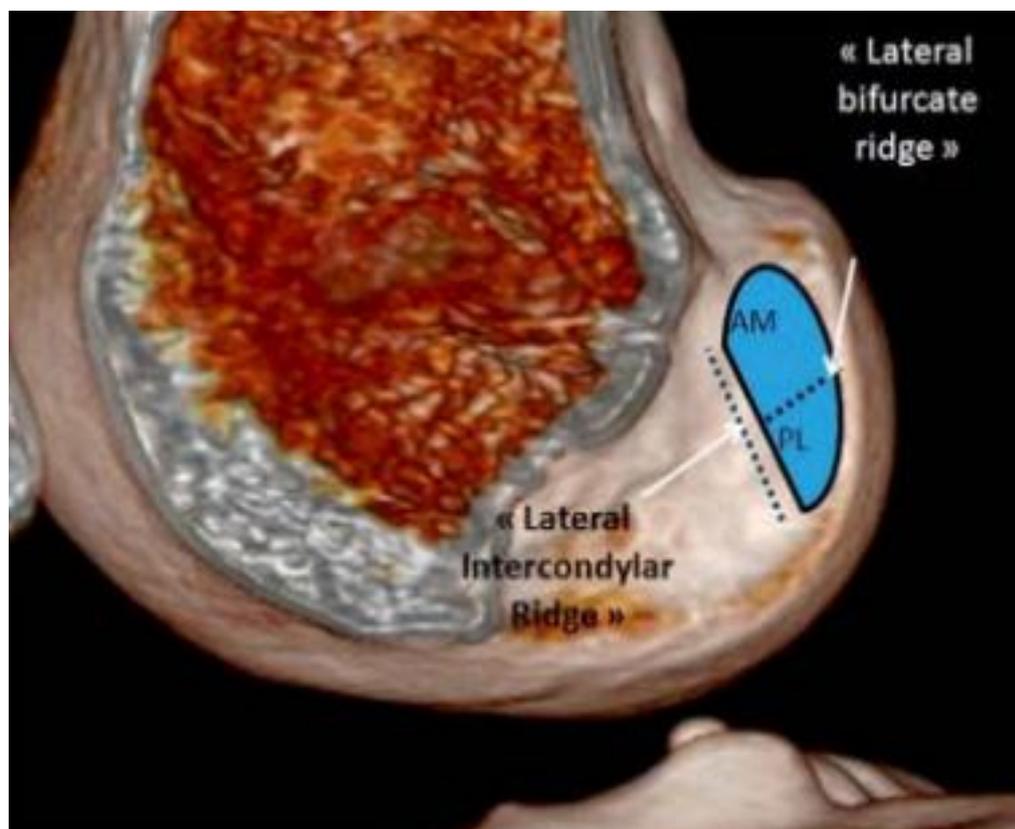


Figure 14:Insertion femorale du LCA[21]

---

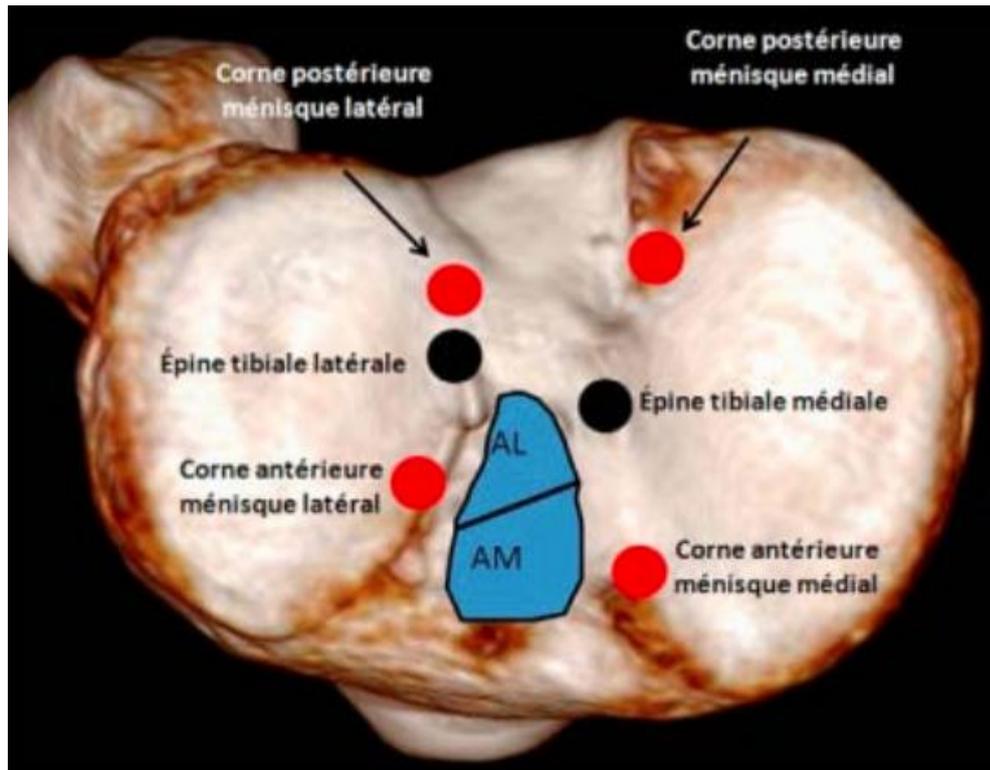
## **2.Insertion tibiale [22],[20],[18]**

L'insertion tibiale (**Figure 15**) de forme ovale à grand axe antéropostérieur, mesure 15 à 20 mm dans le sens antéropostérieur et 10 à 15 mm dans le sens médiolatéral. Elle est délimitée par la corne antérieure des ménisques médial et latéral, le ligament interméniscal antérieur en avant, et l'épine tibiale médiale en arrière.

Le centre de l'insertion est situé :

- à 20–25 mm du bord antérieur des plateaux tibiaux ;
- à 40–50 % de la dimension postéro–antérieure de l'épiphyse tibiale ;
- à 50 % de sa dimension médiolatérale.

Sa surface, variant de 100 à 200 mm<sup>2</sup> selon le sexe et la constitution, peut être repérée par radiographies, scanner ou IRM, avec des résultats similaires.[23]



**Figure 15:Insertion tibiale du LCA[21]**

### **3.Trajet :**

Entre ses insertions, le LCA se dirige vers l'avant, le bas et le côté médial. Sa longueur moyenne est d'environ 35 mm, avec un diamètre variant de 7 à 12 mm. Sa section transversale, irrégulière et non systématisable, n'est pas circulaire, sa largeur étant supérieure à son épaisseur. La partie la plus large correspond à l'insertion tibiale, tandis que la plus fine se situe au milieu du ligament, avec une surface de section moyenne de 35 mm<sup>2</sup> chez la femme et 40 mm<sup>2</sup> chez l'homme. Cette surface est environ 3,5 fois plus petite que celles des insertions fémorale et tibiale. Le LCA s'enroule en rotation externe autour de son axe, résultat d'une insertion fémorale orientée longitudinalement et d'une insertion tibiale alignée antéropostérieurement. Les fibres proximales et postérieures du fémur se terminent sur la partie antéromédiale de l'insertion tibiale, tandis que les fibres distales et

---

antérieures du fémur se terminent sur la partie postérolatérale. Les fibres antérieures sont donc plus longues que les fibres postérieures.

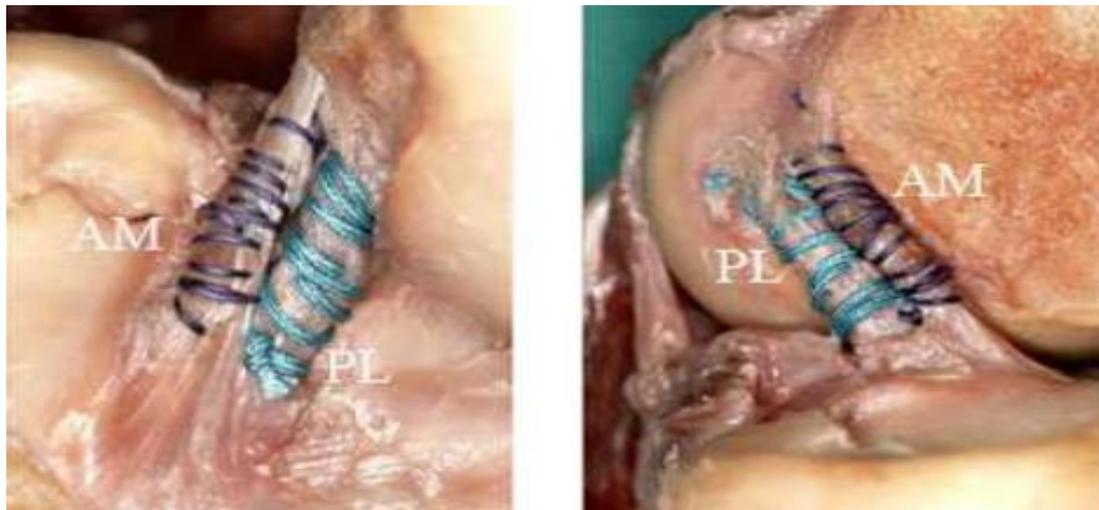
Le LCA est entièrement contenu dans l'échancrure intercondylienne, plus large à l'arrière qu'à l'avant et mesurant environ 20 mm à son ouverture antérieure. Cette échancrure est plus étroite chez les femmes et varie selon la constitution. En extension, le bord supérieur du tiers distal du LCA est en contact avec le bord antérieur de l'échancrure, créant une concavité supérieure.

#### 4.Complexité de la structure du LCA :

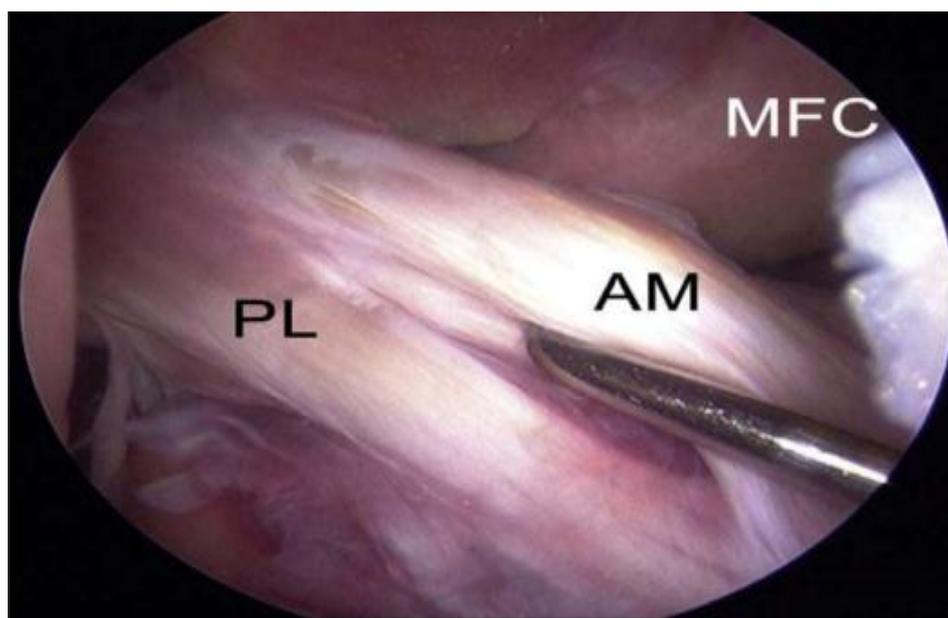
Le LCA, initialement décrit comme constitué d'un faisceau unique, a été réévalué par plusieurs études, qui ont montré la présence de deux faisceaux distincts, séparés par un septum de tissu conjonctif vascularisé. Ces travaux ont révélé que le LCA est en réalité une structure bi-fasciculée, composée d'un faisceau antéromédial (FAM) et d'un faisceau postérolatéral (FPL).

Le FAM est le plus long et le plus volumineux des deux faisceaux. Il s'insère de manière antérieure et médiale sur le tibia, et son origine fémorale est située plus postérieurement et plus haut. Il est tendu aussi bien en flexion qu'en extension, jouant un rôle majeur dans la prévention de la translation tibiale antérieure, et est souvent lésé lors des ruptures partielles.

Le FPL, plus court et vertical, intervient principalement dans le contrôle de la rotation médiale du tibia, surtout entre 0 et 30° de flexion, puis après 90°. Les deux faisceaux sont solidaires et forment un seul ligament, que l'on peut imaginer comme un ruban qui s'enroule et se déroule lors des mouvements de flexion et d'extension du genou. (Figure 16 et 17 )



**Figure 16 : LCA et deux daisceaux, antéromédial (AM) et postérolatéral (PL)[24]**



**Figure 17:Les deux faisceaux du ligament croisé antérieur(LCA) en arthroscopie :  
vue antérieure : faisceau antéromédial (noté AM sur l'image arthroscopique) et  
faisceau postérolatéral (PL)[25]**

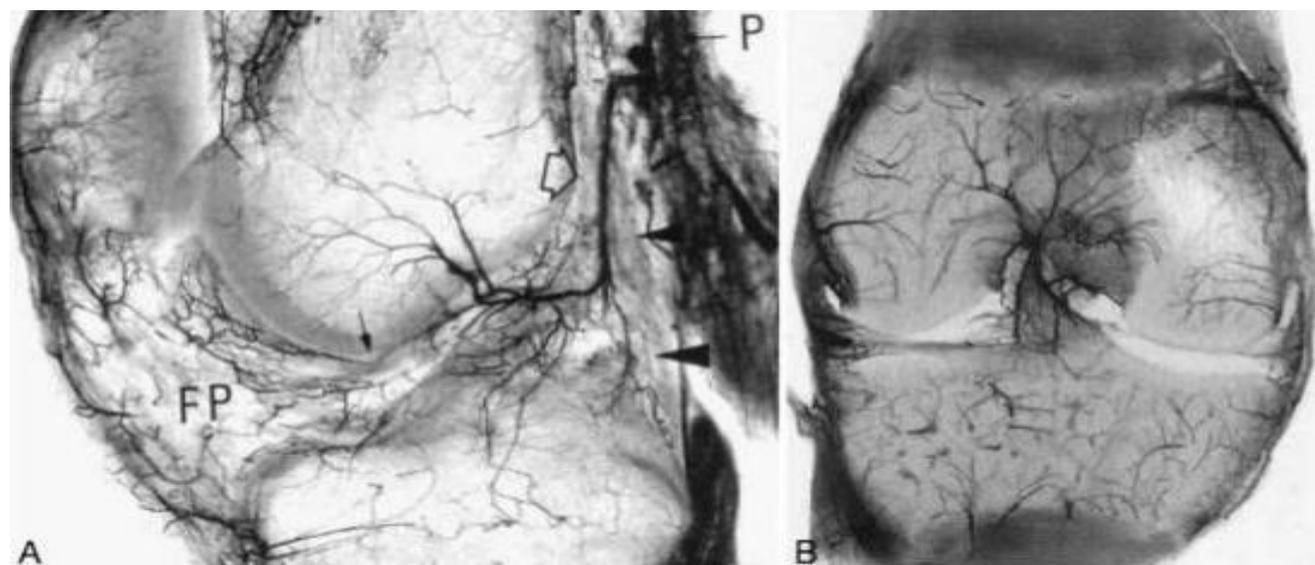
---

## **5.Vascularisation du LCA : [26] ,[27]**

Le ligament croisé antérieur (LCA) est recouvert par un repli synovial qui provient de la partie postérieure de l'échancrure intercondylienne et s'étend jusqu'à son insertion tibiale, où il fusionne avec le tissu synovial de l'articulation sous la rotule, au niveau de la graisse infrapatellaire. Cette enveloppe synoviale, richement irriguée, est principalement alimentée par l'artère articulaire moyenne du genou, une branche de l'artère poplitée. Cette dernière naît de la face antérieure de l'artère poplitée, pénètre dans la capsule postérieure à l'intercondyle, puis se divise en deux branches terminales.[28],[29]

La vascularisation terminale du LCA se réalise par des branches péri-ligamentaires, qui pénètrent horizontalement dans le ligament avant de se ramifier en branches plus profondes, formant un réseau anastomotique intra-ligamentaire. **(Figure 18 )** La vascularisation n'est pas homogène dans le LCA : la région proximale est la mieux irriguée[28] , tandis qu'une zone avasculaire, située à 5 à 10 mm de son insertion tibiale, correspond à la zone d'impingement physiologique. De plus, les zones fibrocartilagineuses du LCA, au niveau de ses insertions sur le tibia et le fémur, ne sont pas vascularisées, et aucune branche vasculaire ne traverse l'os sous-chondral pour irriguer le LCA.[30]

Cette vascularisation précaire explique la non cicatrisation spontanée des ruptures du LCA , d'où l'importance de la reconstruction chirurgicale pour assurer sa réparation fonctionnelle.



**Figure 18: Section sagittale (A) montrant l'origine de l'artère moyenne du genou qui est à angle droit (flèche) depuis l'artère poplitée (P), perce la capsule postérieure verticalement (tête de flèche), et sa distribution intra-articulaire dans l'os et les tissus mous. (B). Section coronale montrant une distribution en éventail des branches du toit de l'échancrure intercondylienne.[30]**

## **6. Innervation du LCA [31]**

Le LCA est un tissu extrêmement innervé et le tissu nerveux constitue 1% de sa surface [32]. Son innervation est principalement 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.

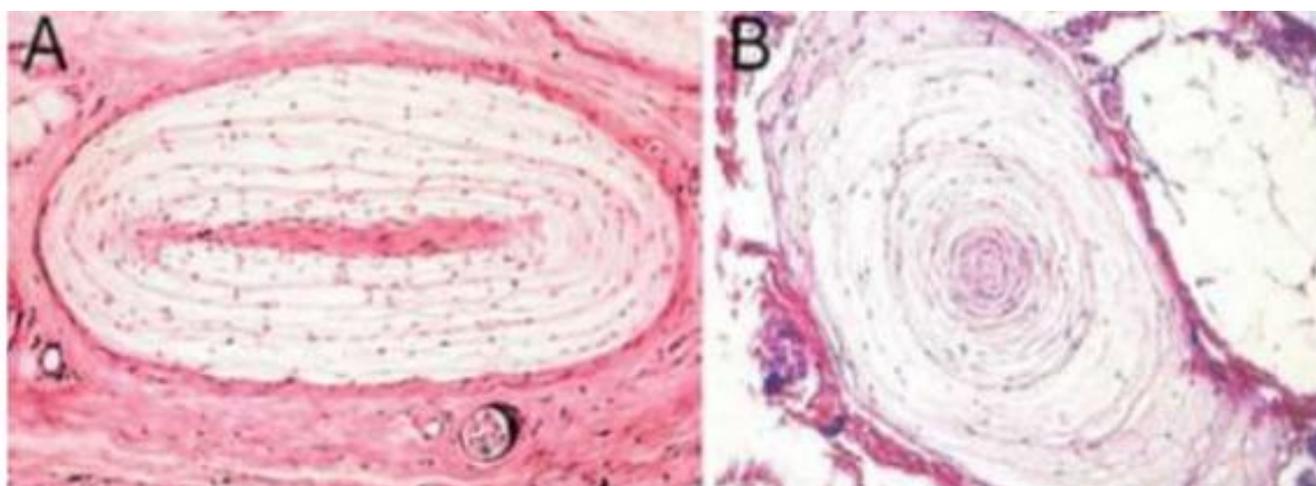
Alors que la majorité des fibres nerveuses suivant les vaisseaux paraissent avoir surtout un rôle vasomoteur, d'autres situées parmi les fascicules «mécanorécepteurs» pourraient jouer un rôle dans la proprioception, en envoyant des signaux aux muscles pour assurer une protection du genou, c'est la stabilité

active.[33]

Ces récepteurs sont : (Figure 19)

- Des récepteurs lents de type I (Ruffini) qui mesurent l'amplitude du mouvement .
- Des récepteurs rapides de type II (Paccini) qui mesurent la vitesse et l'accélération.

Ces notions ont une application chirurgicale (conservation des vestiges de LCA autour de la greffe utilisée+++ ) et dans le domaine de la rééducation proprioceptive.



**Figure 19: Récepteurs de Ruffni (A) et récepteurs de Paccini (B)[32]**

## **7. Anatomie microscopique du LCA**

La composition du ligament est 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.[33] Ils contiennent également de l'élastine, des protéoglycanes, des glycoprotéines et de cellules .

Des interconnexions intermoléculaires sont responsables des caractéristiques de résistance en tension.

### **III. BIOMECANIQUE DU LCA**

#### **1. Les propriétés mécaniques du LCA : [34]**

##### **1.1. plastique**

Les propriétés viscoélastiques des fibres du ligament croisé antérieur (LCA) permettent un allongement allant jusqu'à 6 %, au-delà duquel une déformation plastique permanente se produit. Cet allongement correspond à une extension des fibres de collagène d'environ 2 mm pour un ligament mesurant en moyenne 32 mm de long.

##### **1.2. élastique**

L'allongement élastique du ligament croisé antérieur (LCA) se situe entre 25 et 30 %, mais son module d'élasticité diminue avec l'âge. Pour les personnes âgées de 22 à 35 ans, le coefficient d'élasticité linéaire du LCA est d'environ 250 N/mm. Ce chiffre diminue de manière significative avec l'âge, atteignant 220 N/mm entre 40 et 50 ans, et 180 N/mm au-delà de 60 ans. Le LCA présente des caractéristiques viscoélastiques, ce qui signifie qu'il absorbe l'énergie des mouvements articulaires sans subir de dommages. Cette viscoélasticité lui permet de se déformer sous des contraintes à faible vitesse, tandis que son coefficient d'élasticité linéaire est plus élevé sous des contraintes à vitesse élevée.

##### **1.3. résistance à la rupture**

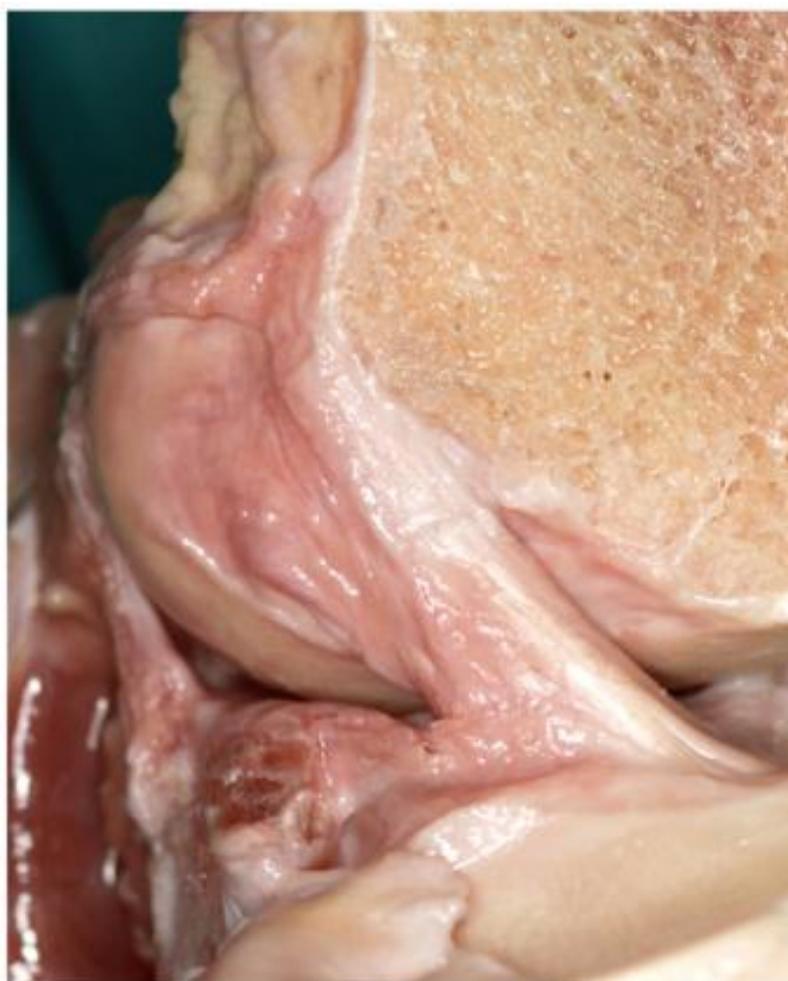
La charge à la rupture est de 1,725 N à 2,200 N. Elle varie évidemment avec la taille du ligament, mais surtout avec l'âge du sujet.

Woo et al ont étudié la résistance du complexe fémur-LCA-tibia. [35] Ils ont trouvé que le point de rupture était de 2160 N et que la rigidité était de 242 N/mm pour des patients âgés de 22 à 35 ans. Cependant, ces valeurs diminuent de manière

significative avec l'âge : 658 N et 180 N/ mm respectivement pour des patients âgés de 60 à 97 ans.

## **2.Rôle dans l'hyperextension**

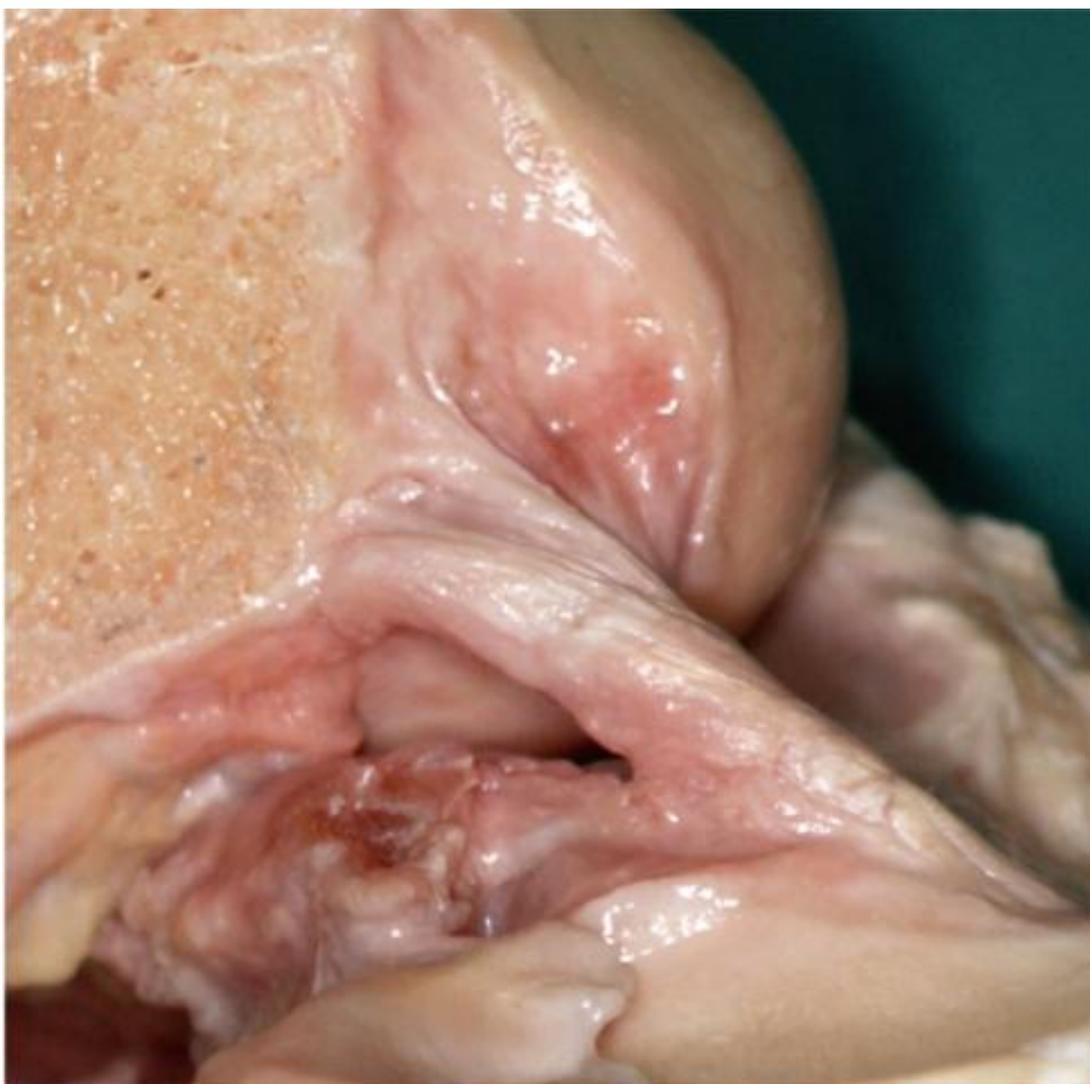
En extension, toutes les fibres du LCA sont tendues. En hyperextension, le fond de l'échancrure intercondylienne vient en contact du LCA qu'il tend à la manière d'un chevalet. Le LCA est donc tendu en extension et est un des freins de l'hyperextension .  
(Figure 20)



**Figure 20:comportement du LCA en extension[36]**

### **3.Rôle dans le roulement-glisserment[37]**

Le mouvement des condyles sur les glènes combine 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 . 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). (Figure 21)



**Figure 21 :comportement du LCA en flexion.[36]**

## **4.Rôle dans la stabilité :[1 8]**

### **a. stabilité antéropostérieure :**

Le LCA est le principal frein à la translation antérieure du tibia, représentant 86 % des forces freinant le tiroir antérieur à 30° de flexion. Lors de sa rupture, la translation antérieure augmente à tous les angles de flexion. Le faisceau antéromédial joue un rôle majeur à 90°, tandis que le faisceau postérolatéral est plus efficace en extension.

La section du faisceau antéromédial provoque une translation plus importante à 90° de flexion, tandis que celle du faisceau postérolatéral augmente la translation en extension. Lors de la reconstruction à double faisceau, le faisceau antéromédial contrôle le tiroir antérieur à 90°, et le faisceau postérolatéral limite mieux la laxité en extension.

### **b.stabilité rotatoire :**

Le LCA est le principal frein à la rotation interne du tibia, représentant 60 % des forces limitant cette rotation. Lorsqu'il est sectionné, l'amplitude de rotation interne augmente de manière significative, même avec des structures intactes. Des études ont observé une augmentation de l'amplitude de rotation interne, avec un doublement de l'amplitude à 30° de flexion après section du LCA, et une augmentation de 70 % de l'amplitude de rotation forcée.

Les deux faisceaux du LCA, en raison de leurs différences anatomiques, jouent des rôles distincts dans le contrôle de la stabilité rotatoire. La fonction exacte de chaque faisceau reste cependant débattue. Certains chercheurs ont montré que la section du faisceau postérolatéral entraîne une augmentation significative de la rotation interne, tandis que la section complète du LCA cause une augmentation plus modérée. D'autres études ont révélé que le faisceau antéromédial est prédominant

lors de contraintes en rotation à 15° et 30° de flexion, tandis que le faisceau postérolatéral est plus influent en extension. En somme, aucun faisceau isolé ne permet un contrôle optimal de la rotation.

### **5.comportement en traction**

Le comportement en traction des ligaments résulte de leur structure collagénique. Lorsque le LCA est soumis à une force de traction, il résiste en s'allongeant avec une progression non linéaire. Il retrouve ensuite sa taille initiale à l'arrêt de la stimulation mécanique . [37]

Si la charge augmente elle atteint alors un niveau de rupture (charge de rupture) où les fibres se déchirent. [38]

Noyes [39], a montré que la résistance à la traction varie en fonction de la taille du ligament, de la vitesse du mouvement, mais aussi en fonction de de facteur agissant sur la synthèse du collagène : L'âge, la prise des corticoïdes et l'immobilisation.

Pour cet auteur, l'immobilisation diminue la résistance ligamentaire de 60%.

### **6.Le frein primaire et secondaire**

Au niveau du genou, la répartition des charges entre le frein primaire (LCA) et le frein secondaire varie selon les positions et les déplacements.

Au début de la flexion, le LCA est bien positionné pour résister à une force de tirage antérieur, tandis que le point d'angle postéro-interne (PAPI) fonctionne comme un frein secondaire. En cas de lésion du LCA, les freins secondaires sont davantage sollicités, ce qui peut entraîner leur relâchement si la lésion initiale n'est pas traitée.[37]

Par ailleurs, la musculature joue un rôle clé dans les forces exercées sur le LCA lors du mouvement. Le quadriceps provoque une translation antérieure du tibia entre 5 et 60° de flexion, alors que les ischiojambiers ont l'effet inverse. L'activation des

ischiojambiers soulage donc le LCA en début de flexion, en s'opposant à l'action du quadriceps. Ce mécanisme est particulièrement important lors de la rééducation après une plastie du ligament croisé, car il est crucial de privilégier des exercices en chaîne fermée pour travailler ces groupes musculaires agonistes et antagonistes, afin de réduire la charge sur le greffon.[37]

## **IV.MOYENS RADIOLOGIQUES D'EXPLORATION DU GENOU**

### **1.Radiographie standards :**

La radiographie standard, indispensable en cas de suspicion de lésion du LCA, est le bilan de première intention pour les traumatismes du genou. Elle ne visualise pas les ligaments, mais élimine d'autres diagnostics, comme les fractures .

Les incidences de base incluent des clichés de face, de profil et axiaux à 30° de flexion, parfois complétés par des clichés obliques.

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

L'IRM est l'examen non invasif de référence pour une évaluation complète des pathologies du genou. Cet examen, sans irradiation, est particulièrement adapté à l'étude des tissus mous et des structures non osseuses (Fig.22). Son efficacité est élevée dans le diagnostic des ruptures du ligament croisé antérieur (Fig.23), avec une sensibilité de 82,5 % et une spécificité de 92,8 %, selon une méta-analyse de 2007 qui regroupe un large éventail d'études réalisées entre 1996 et 2006, portant sur un total de 7 367 examens d'IRM.[40],[41],[42]



**Figure 22:IRM du LCA normal[43]**



**Figure 23:IRM d'une Rupture du LCA[43]**

---

### **3.Radiographie dynamique :**

Les radiographies dynamiques, autrefois réalisées manuellement, sont désormais instrumentalisées pour améliorer la praticité, la reproductibilité et la protection radiologique du personnel soignant. Plusieurs dispositifs existent, mais ils fonctionnent tous sur le même principe : appliquer une contrainte de translation antérieure du tibia lors de la prise de radiographies de profil. Ces images permettent de mesurer la translation tibiale en utilisant des repères osseux. La réalisation de radiographies comparatives du genou opposé permet de calculer la différence de laxité entre les deux genoux.[44]

Le Telos (Telos GmbH, Laubscher, Holstein, Suisse) est l'un des appareils les plus couramment utilisés pour reproduire le test de Lachman dans une position stabilisée. Les mesures bilatérales et comparatives concernent l'avancée du plateau tibial médial sous le condyle fémoral médial, ainsi que l'avancée du plateau tibial latéral sous le condyle fémoral latéral.[45]

### **4.Echographie : [46],[47]**

Cette technique permet de visualiser les tendons superficiels, notamment le tendon rotulien et le tendon quadricipital, ainsi que les muscles. Elle est également très efficace pour détecter les épanchements articulaires,

Cependant, peu d'études se sont penchées sur l'utilisation de l'échographie pour diagnostiquer une rupture du ligament croisé antérieur (LCA). Cette modalité pourrait s'avérer utile en phase aiguë de traumatisme, notamment en mesurant la translation tibiale antérieure, avec et sans pression manuelle.[48]

### **5.Scanner :**

Le scanner est le meilleur examen permettant d'analyser les structures osseuses mais avec une mauvaise analyse des structure tendineuses, musculaires et ligamentaires .

## **6.Arthroscanner :**

L'arthro-TDM est un examen invasif et ne représente pas l'examen de référence pour les lésions ménisco-ligamentaires. Il est réalisé dans le cas où l'IRM est contre indiquée, indisponible ou de qualité insuffisante (artefacts métallique périarticulaires) [49]. Une étude de 4009 a montré une précision diagnostique de l'arthroTDM de 97% sur des LCA natifs et de 92% sur des ligamentoplasties [50]. Une étude de 2002 comprenant 125 genoux avait montré une sensibilité de 90% et une spécificité de 96% .[51]

## **7.Arthroscopie :**

L'arthroscopie est rarement utilisée à visée diagnostique puisque dans la plupart des cas l'examen clinique et les autres moyens d'imagerie (Radiographie standard, IRM) permettent de faire le diagnostic. Mais elle permet de visualiser directement la structure ligamentaire et de la tester mécaniquement au cours de l'intervention. Ce test, réalisé au crochet, évalue notamment l'insertion proximale du LCA, siège fréquent de ruptures.[52]

# PATIENTS ET METHODES

---

## **I.PATIENTS :**

Il s'agit d'une étude rétrospective comparative sur une durée de 2 ans de Janvier 2022 à janvier 2024. Les dossiers ont été collectés au sein de service de chirurgie traumatologique et orthopédique de l'Hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès portant sur une série de 40 malades victimes d'une rupture post traumatique de LCA ,50% ont été opérés pour une rupture de ligament croisé antérieur du genou par ligamentoplastie selon technique DIDT sous arthroscopie et 50% selon la technique de KJ à ciel ouvert .

### **Les critères d'inclusion :**

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

- militaires en activité (sportifs).
- instabilité antéropostérieure du genou.
- Rupture du LCA post traumatique.

### **Les critères d'exclusion :**

- Sujets âgés.
- Rupture dégénérative du LCA.
- Gonarthrose associée.
- patient perdu de vue

## **II.METHODE :**

•Les données ont été recueillies sur une fiche d'exploitation (Annexe 1) préétablie . En utilisant les dossiers médicaux des patients, les comptes rendus opératoires et les registres des consultations.

### **•Tous les patients ont bénéficié :**

- d'un examen clinique comportant : un interrogatoire, inspection, palpation évalue la douleur , mouvements passifs et actifs , les tests de stabilité ligamentaire et le test de flexibilité musculaire évalue les muscles autour du genou .

– d’une imagerie :

Radiographie standard face et profil : réalisée systématiquement pour écarter une lésion osseuse, notamment l’arthrose.

IRM : Confirme le diagnostic et établit un bilan complet des lésions du genou.

• Les résultats fonctionnels ont été appréciés par la fiche d’évaluation du **score de Lysholm et Tegner** ( Annexe 3) . La saisie des données a été faite sur le logiciel Microsoft Office Excel 2007.

• **Les conséquences de la rupture de LCA :**

La rupture du LCA altère la cinématique du genou, entraînant une perte de contrôle de la translation antérieure du tibia (environ 3 mm), une modification de l’axe de rotation et une désynchronisation entre le condyle fémoral latéral et le tibia, responsable du ressaut (jerk-test).

Cette lésion, qui ne se cicatrise pas spontanément, affecte fortement la qualité de vie personnelle, professionnelle et sportive, avec pour principale conséquence l’arthrose. Pour limiter ces impacts, une reconstruction par ligamentoplastie est indispensable. Le choix de la technique dépend de nombreux critères, comme l’âge, les activités pratiquées et les caractéristiques anatomiques du patient.

### **III.TRAITEMENT CHIRURGICAL**

#### **1.Bilan préopératoire :**

Réalisé chez tous nos patients comportant :

- Une radiographie du poumon ;
- Un ECG ;
- Un bilan d’hémostase ;
- Un groupage sanguin ;
- Une NFS .

Ce bilan permet de mettre en évidence certains troubles qui nécessitent une correction avant d'envisager l'intervention.

Aucun des patients n'a présenté de contre-indication à l'anesthésie.

## **2.Installation et préparation du patient et du matériels :**

Pour tous nos patients, l'installation a été en décubitus dorsal sur table ordinaire (**Figure 24**), le genou fléchi à 90° et mobilisable de l'extension complète à 120° de flexion, avec un garrot pneumatique placé à la racine de la cuisse. La flexion est maintenue par un appui placé au bout de la table.

Après un champagne Bétadine en trois temps, le membre inférieur est recouvert d'un jersey stérile et les zones d'incisions cutanées sont protégées par un film iodoforme, afin de limiter les risques d'infection.



**Figure 24:Installation du malade (à l'hospital militaire Moulay Ismail de méknes).**



**Figure 25:Les matériaux opératoires nécessaires pour la reconstruction du LCA**  
**(Photo du service de traumatologie de l’HMMI de Meknes )**

### **3.Type d’anesthésie :**

Dans notre série tous les patients ont bénéficié d’une rachianesthésie, soit 100% des cas.

### **4.L’antibioprophylaxie :**

Systématique avec utilisation de 2g de l’amoxicilline protégée ou de céphalosporine de deuxième génération au moment de l’induction 15min avant le gonflage du garrot.

---

## **5. Technique DIDT (tendons droit-interne et demi-tendineux) :**

### **a. Voie d'abord :**

Les voies d'abord antéromédiale instrumentale et antérolatérale arthroscopique ont été réalisées par deux petites incisions de 5 mm de part et d'autre du tendon rotulien, elles permettent de passer la caméra et les instruments pour réaliser la ligamentoplastie .

### **b. Prélèvement et préparation du greffon : (Figure 26, 27 et 28)**

- Par une courte incision de 2 cm environ à la face interne du tibia sur la patte d'oie.
- Le prélèvement utilise un stripper ouvert dans lequel le droit interne et ensuite le demi tendineux sont passés et maintenus sous tension par traction manuelle.
- La préparation du greffon débarrasse les deux tendons, des fibres musculaires résiduelles par un ciseau.
- Puis les tendons sont repliés en U, sur des fils de traction solides ou sur un Endobutton et suturés l'un à l'autre, pour obtenir un greffon à 4 brins, et passés à travers un calibreur qui détermine le diamètre des tunnels osseux tibial et fémoral.
- Le prélèvement est une étape primordiale et importante de la reconstruction ligamentaire puisqu'il va conditionner la qualité du greffon utilisé.



**Figure 26: Individualisation des tendons DITD à partir d'une incision sur la palette d'oie ( photo du service de traumatologie de l'HMMI de Meknes )**



**Figure 27:Les 2 tendons du DIDT ( photo du service de traumatologie de l’HMMI de  
Meknes )**



**Figure 28:Assemblage des deux tendons DIDT en 4 Brins et leur suture les uns aux  
autres ( photo du service de traumatologie de l’HMMI de Meknes ) .**

### c.Exploration Articulaire :

L'intervention commence toujours par un temps arthroscopique explorateur (Figure 29) du genou pour confirmer la rupture avant le prélèvement du transplant et faire le bilan des ménisques (Figure 30).



Figure 29:Exploration arthroscopique du genou ( photo du service de traumatologie de l'HMMI de Meknes ).



**Figure 30:Vue arthroscopique d'une anse de seau méniscale ( photo du service de traumatologie de l'HMMI de Meknes ).**

**d.Préparation et nettoyage de l'échancrure :**

Après exploration, on réalise un nettoyage de l'échancrure du reste du résidu du LCA à l'aide d'un Shaever. ( Figure 31 et 32 )



**Figure 31:Vue arthroscopique de l'échancrure avant nettoyage ( photo du service de traumatologie de l'HMMI de Meknes ).**



**Figure 32:Vue arthroscopique de l'échancrure après nettoyage ( photo du service de traumatologie de l'HMMI de Meknes ).**

---

**e.Forage des tunnels : (Figure 33)**

L'arthroscope pénètre par la voie antérolatérale et un viseur spécifique est introduit par la voie antéromédiale.

- Le tunnel fémoral est réalisé par une incision axial de 10 mm à la face latérale du genou.

- La broche-guide est inséré de dehors en dedans débouchant au centre de la zone d'insertion choisie pour la greffe.

- La visée tibiale de dehors en dedans à partir de l'incision du prélèvement du tendon, la broche sera dirigée avec une angulation d'environ 55° par rapport à la verticale à l'aide du viseur tibial placé devant le pied de LCP.

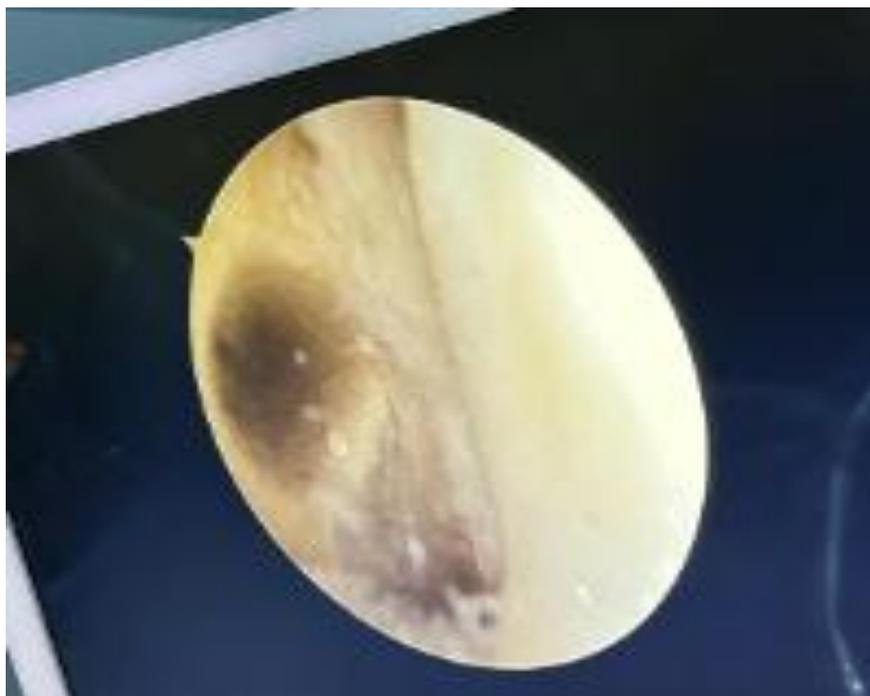
- L'entrée de chaque tunnel est taraudée, sur une broche-guide, sur une longueur de 15 mm.

- Les logettes tibiale et fémorale sont ensuite creusées de façon rétrograde au moyen de tarières à ailettes originales, de diamètre variable (7-11 mm).

- Un mouvement simultané de retrait et de rotation de la tarière entraîne le creusement d'une logette osseuse cylindrique de diamètre égal à l'envergure des ailettes.

- La profondeur des logettes est systématiquement de 10 mm au fémur et de 15 mm au tibia. Un creusement supplémentaire de 4 à 5 mm au tibia procure une réserve de sécurité pour le logement de la greffe.

- Des canules sont ensuite vissées dans l'empreinte laissée par le taraud. Elles assurent un accès facile aux tunnels osseux et servent d'appui pour la mise en tension des bandelettes.

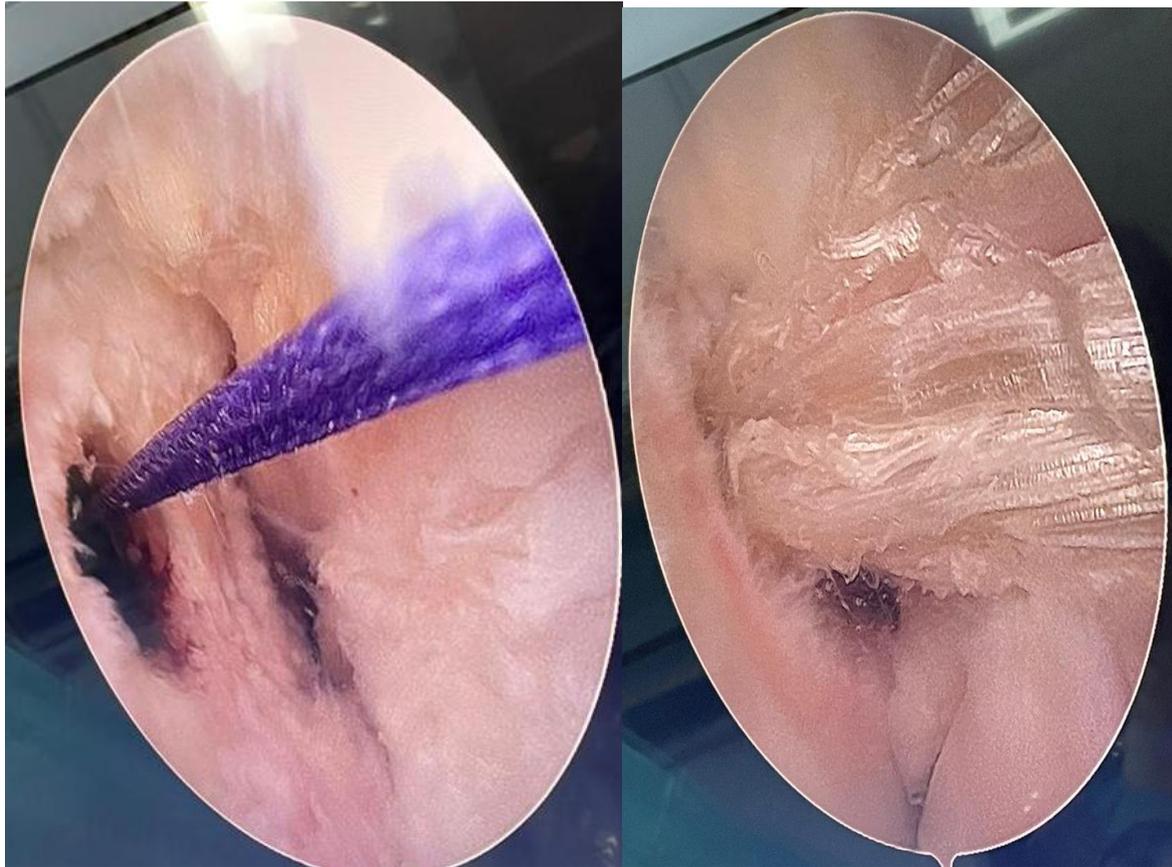


**Figure 33:aspect du tunnel fémoral après forage sous arthroscopie ( photo du service de traumatologie de l'HMMI de Meknes )**

**f.La mise en place du nouveau greffon :**

On procède au nettoyage des débris osseux (qui est une étape importante), afin que la greffe ne bloque pas à l'entrée des tunnels fémoral et tibial à cause de débris osseux ou des parties molles interposées.

L'introduction de la greffe dans l'articulation s'effectue par la voie d'abord arthroscopique antéromédiale, très légèrement élargie, par un fil à l'aide d'une broche à chat, ses deux extrémités viennent se loger les deux tunnels. ( Figure 34)



**Figure 34: La pénétration du greffon dans le tunnel fémoral en tractant sur la bandelette à l'aide d'un fil tracteur (photo du service de traumatologie de l'HMMI de Meknès)**

**g. Fixation du greffon : ( Figure 35 et 36 )**

Dans notre série la fixation s'est faite comme suite :

- Vis d'interférence résorbable au niveau fémoral .
- Vis d'interférence résorbable au niveau tibial .

Le Vis d'interférence peut être métallique (visible ensuite sur les radiographie )  
ou résorbable ( et alors invisible ) .

Une radiographie standard a été réalisée chez tous nos patients en postopératoire immédiat afin de contrôler la position des tunnels .



**Figure 35:Fixation fémorale par une vis d'interférence (photo du service de traumatologie de l'HMMI de Meknès)**



**Figure 36:Fixation tibiale par une vis d'interférence (photo du service de traumatologie de l'HMMI de Meknès)**

---

**g. Gestes chirurgicaux associés :**

Les lésions méniscales visualisées sous arthroscopie n'ont pas été traitées de façon systématique. Seules les lésions instables étaient traitées comme suit :

- Suture du ménisque interne chez 4 patients ;
- Régularisation méniscale interne chez deux patients ;
- Méniscectomie interne chez deux patients ;
- Suture méniscale externe chez trois patients.

**h. Fermeture et immobilisation :**

Effectuées après les gestes d'hémostase (réalisés après lâchage du garrot), après une toilette articulaire et la vérification de la tension du néo-ligament.

Une fois que le testing de la stabilité est assuré, la fermeture se fait avec un drain de Redon, qui sera gardé en place pendant 48 heures.

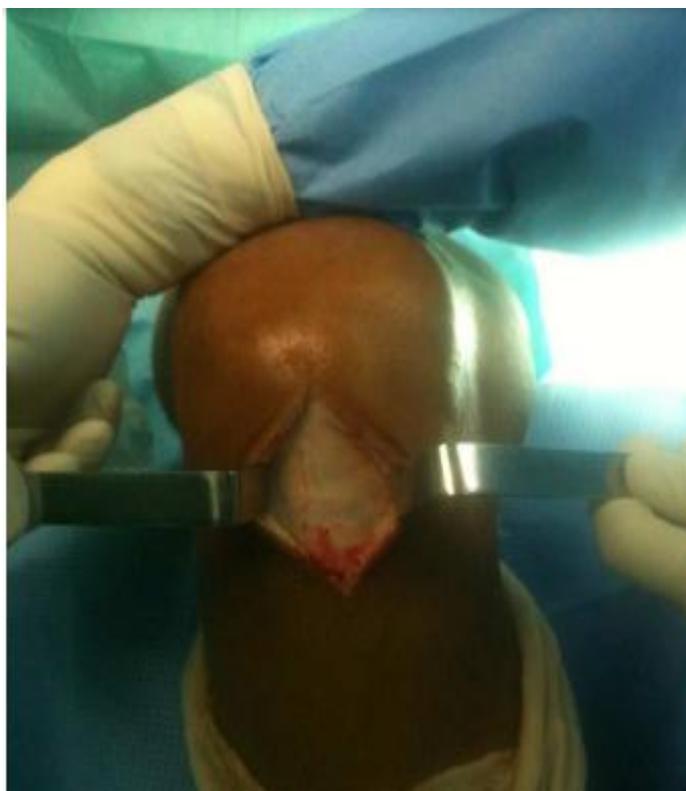
L'immobilisation est assurée par une attelle postérieure de Zimmer genou en extension, mise en place chez tous nos patients en postopératoire immédiat.

**6. Technique KJ ( Kenneth-Jones) :**

Le principe de l'opération est de réparer le ligament croisé antérieur (LCA) rompu par une autogreffe os tendon os prélevée sur le tendon rotulien.

### **6.1.Voie d'abord :**

L'incision cutanée a été antérieure médiane et longitudinale . (Figure 37 )



**Figure 37:Installation du patient en décubitus dorsale , jambe pendante , voie d'abord médiane .( service traumatologie CHU Hassan II Fés)**

### **6.2.Prélèvement du greffon : (Figure 38)**

Le transplant prélevé 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 38:prélèvement du greffon(service traumatologie CHU Hassan II Fès)

### 6.3.Préparation du greffon :

il faut que la greffe mesure environ 10 cm de long et 9 à 10 mm de diamètre.

(Figure 39)



Figure 39:Préparation du transplant .( service traumatologie CHU Hassan II Fés)

#### **6.4.Forage des tunnels : (Figure 40)**

Pour l'isométrie , nos repères restent 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 intercondyloire . 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 40:Forage des tunnels (service traumatologie CHU Hassan II Fés)**

### **6.5.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. (Figure 41 et 42)



**Figure 41: Mise en place du transplant à l'aide d'un fil traceur .(service traumatologie CHU Hassan II Fés)**



**Figure 42:Fixation par une vis d'interférence résorbable .( service traumatologie CHU Hassan II Fés)**

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

Par inspection , palpation et par le tiroir antérieur.

#### **6.7.Fermeture :**

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

#### **7.Traitement postopératoire :**

Une antibiothérapie à base d'amoxicilline-acide clavulanique était instaurée de façon systématique, ainsi qu'une thromboprophylaxie à base d'héparine à bas poids moléculaire et un traitement antalgique à base d'anti-inflammatoires non stéroïdiens et d'une association paracétamol-codéine.

• **Rééducation post-opératoire** : Tous nos patients ont bénéficié du même protocole de rééducation, débuté à 24h en post-opératoire avec une autorisation d'appui. Ce programme de rééducation, assuré par l'équipe de kinésithérapie affiliée à notre service, a été poursuivi le long de la durée d'hospitalisation. Après leur sortie de l'hôpital, les patients étaient confiés à la rééducation ambulatoire. Il est à noter que la rééducation n'était pas toujours respectée par nos patients vu son accessibilité qui n'était pas toujours aisée.

La durée moyenne de la rééducation chez nos patients était de 10 semaines avec en moyenne de 25 séances.

• **Durée d'hospitalisation** : la durée d'hospitalisation dans notre étude est en moyenne 4 jours .

#### **IV.EVALUATION DES RESULTATS DE LA CHIRURGIE :**

Il est essentiel d'évaluer les résultats postopératoires de la ligamentoplastie pour confirmer la fiabilité fonctionnelle et radiologique des techniques utilisées et comparer l'efficacité des méthodes DIDT et KJ.

Elle repose sur deux critères principaux :

##### **1.Résultats fonctionnels :**

• **Évaluation clinique** (signes fonctionnels, trophicité musculaire, amplitude articulaire, stabilité ligamentaire, délai de reprise des activités professionnelles et sportives).

• **Score fonctionnel de Lysholm et Tegner** pour mesurer la récupération globale (Annexe 3) :

Le score de Lysholm et Tegner, publié en 1985, résulte des modifications apportées par Tegner à l'échelle initiale de Lysholm.

Cette échelle comprend 8 items (Tableau 3) avec un score total de 100 points répartis comme suit :

**Tableau 1: Répartition des points selon les items du score de Lysholm**

<b>Boiterie</b>	5 points
<b>Utilisation d'aide à la marche</b>	5 points
<b>Accroupissement</b>	5 points
<b>Montée et descente d'escalier</b>	10 points
<b>Epanchement</b>	10 points
<b>Blocage et accrochage du genou</b>	15 points
<b>Stabilité</b>	25 points
<b>Douleur</b>	25 points

• Le Résultat est considéré comme :

- ♥ Mauvais entre 0 et 64 points
- ♥ Moyen entre 65 et 83 points
- ♥ Bon/Excellent si le score est entre 84 et 100 points

## **2. Evaluation scanographique 3D postopératoire**

### **2.1. La technique de l'évaluation :**

Une TDM avec reconstruction 3D a été réalisé chez tout les patients de la série 24h après l'intervention chirurgicale , afin d'obtenir une reconstruction 3D des condyles fémoraux et l'échancrure intercondylienne .

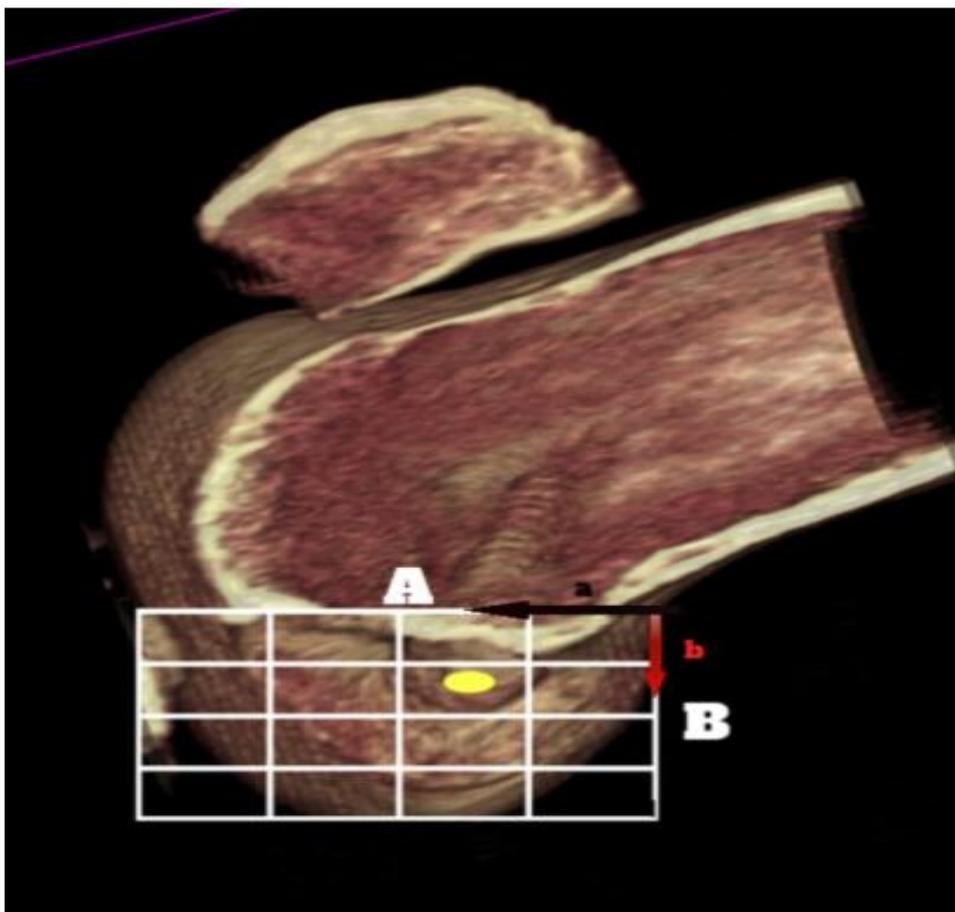
Les mesures ont été effectuées par un chirurgien orthopédique .

La position du tunnel fémoral a été précisé grâce à la méthode du quadrant suggérée par Bernard[53] , en se basant sur la coupe sagittale qui passe par

l'échancrure intercondylienne permettent une vue médiale du condyle latérale .

La détermination de la position du centre du tunnel fémoral a été basé sur l'ajustement d'une grille rectangulaire 4x4 qui prend en compte la ligne Blumensaat et le contour du condyle latéral , ce qui a permis de déterminer les axes horizontaux et verticaux .

Sur les image de reconstruction 3D , le centre de la position du tunnel fémoral "f" , sa position a été exprimé en pourcentage (%) de la dimension "a" en millimètre (mm) dans le quadrant par rapport à la direction postéro-antérieure parallèle à la ligne de Blumensaat "A" soit  $(a/A)$  et de la dimension "b" par rapport à la direction proximodistale perpendiculaire à la ligne de Blumensaat "B" (Figure 43) .



**Figure 43:Reconstruction scanographique 3D des consyles fémoraux et l'échancrure intercondylienne .**

### **III.OBJECTIF :**

- Évaluer radiologiquement la position du tunnel fémoral en utilisant un scanner avec reconstruction 3D dans la technique DIDT sous arthroscopie et la technique KJ à ciel ouvert.
- Prouver la fiabilité de la technique DIDT arthroscopique en comparaison avec la technique KJ réalisée à ciel ouvert.

# RESULTATS

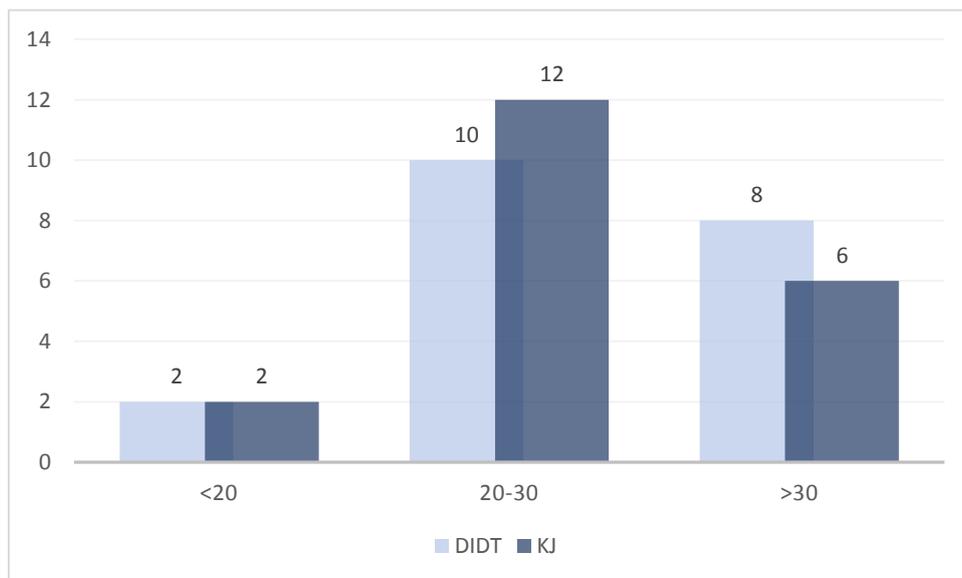
## I.DONNEES EPIDEMIOLOGIQUE :

### 1.Age :

L'âge de nos patients varie entre 18 à 45 ans avec une moyenne de 28 ans. La tranche d'âge la plus concernée se situait entre 18 et 30 ans représentant 50% des cas pour la technique DIDT et 60% des cas pour la technique KJ. (Tableau 2 , Graphique 1)

Tableau 2:Répartition des patients selon l'âge

<u>Age(ans)</u>	<u>DIDT</u>		<u>KJ</u>	
	<u>Nombre de cas</u>	<u>pourcentage</u>	<u>Nombre de cas</u>	<u>pourcentage</u>
18-20	2	10%	2	10%
20-30	10	50%	12	60%
30-45	8	40%	6	30%
<u>Total</u>	<u>20</u>	<u>100%</u>	<u>20</u>	<u>100%</u>



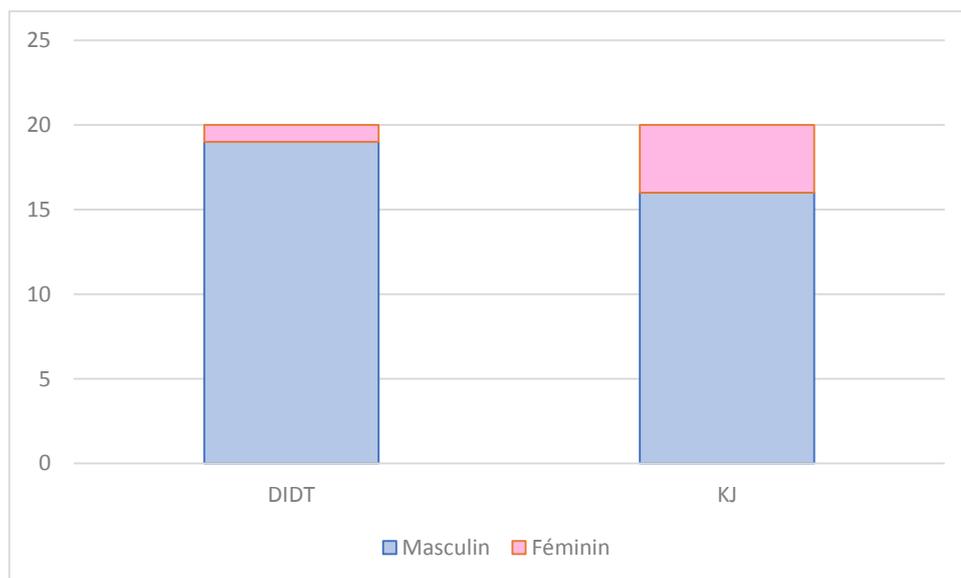
Graphique 1:Répartition des patients selon l'âge

## 2.Sexe :

Dans notre série, les hommes sont majoritaires pour les deux techniques, avec 95 % des cas en DIDT et 80 % en KJ. Globalement, le sexe ratio homme/femme est de 7. (Tableau 3 , Graphique 2)

**Tableau 3:Répartition des patients selon le sexe**

<u>Sexe</u>	<u>DIDT</u>		<u>KJ</u>	
	<u>Nombre de cas</u>	<u>Pourcentage</u>	<u>Nombre de cas</u>	<u>Pourcentage</u>
Masculin	19	95%	16	80%
Féminin	1	5%	4	20%
<b><u>Total</u></b>	<b>20</b>	<b>100%</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>



**Graphique 2:Répartition des patients selon le sexe**

### 3.Les Antécédents :

#### •Médicaux :

-Un patient est suivi pour un diabète type 2.

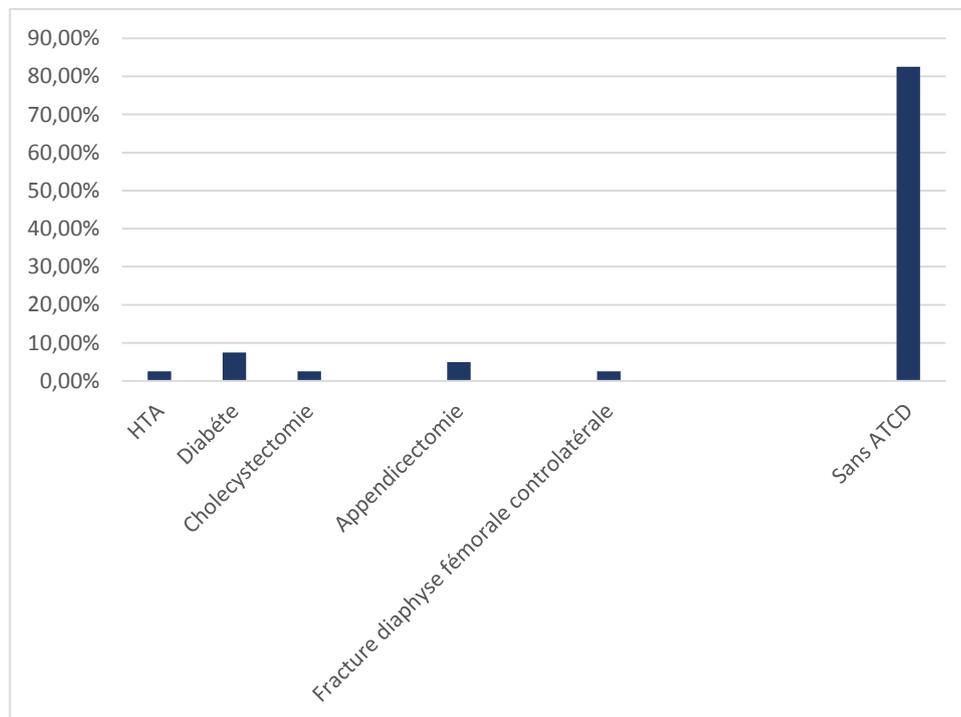
-3 patients sont suivis pour HTA .

#### •Chirurgicaux :

-Un patient a été opéré pour une cholécystectomie .

-2 patients ont été opérés pour une appendicectomie .

-Un patient est opéré pour une fracture de la diaphyse fémorale du coté contolatéral . (Graphique 3)



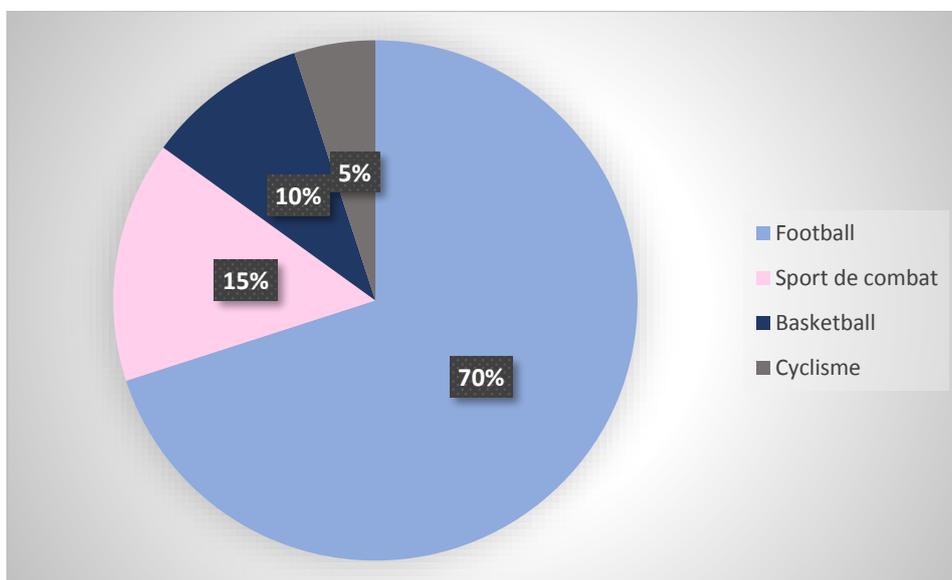
Graphique 3:Les ATCD des patients dans notre série

#### 4. Profession :

Dans notre série , 100% des patients étaient des militaires en activité.

#### 5. Activité sportive :

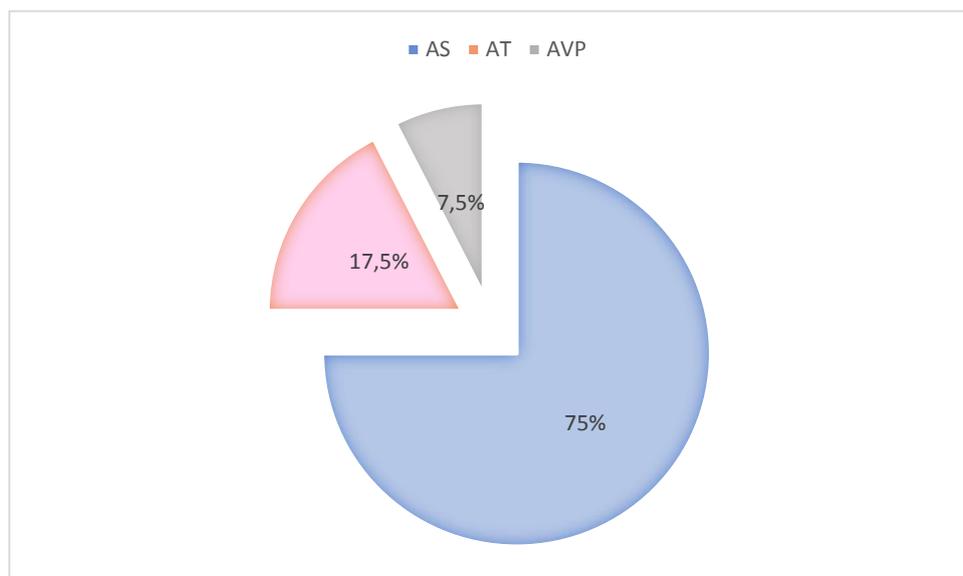
Dans notre série, nous avons remarqué que les sports avec pivot et contact sont de loin les plus exercés par nos patients avec les résultats suivants : Le football est le sport le plus pratiqué avec 70% des cas , suivi par les sports de combat 15%, le basketball dans 10% des cas et le cyclisme dans 5% des cas. **(Graphique 4)**



**Graphique 4: Répartition des patients selon leur niveau sportif**

#### 6. Etiologies :

Dans notre série, les ruptures du LCA étaient dues dans 75% des cas à un accident de sport, dans 17,5% des cas à un accident de travail , 7,5% des cas à un AVP **(Graphique 5)**.



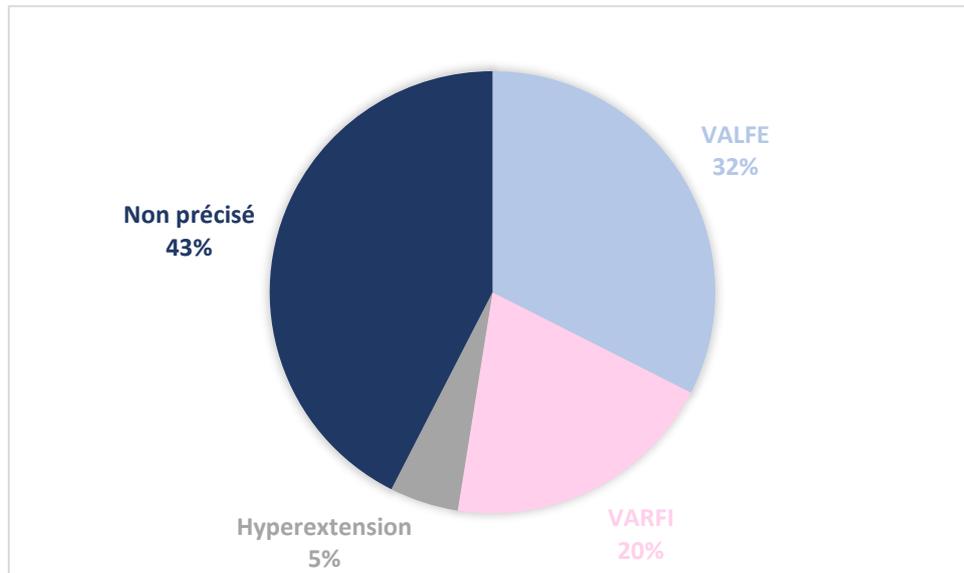
**Graphique 5: Les étiologies des ruptures du LCA dans notre série**

### **7. Mécanisme lésionnel :**

Le mécanisme de l'atteinte était souvent un traumatisme indirect.

- Valgus flexion rotation externe dans 13 cas (32,5%).
- valgus flexion rotation interne dans 8 cas (20%).
- Hyperextension dans 2 cas (5%).

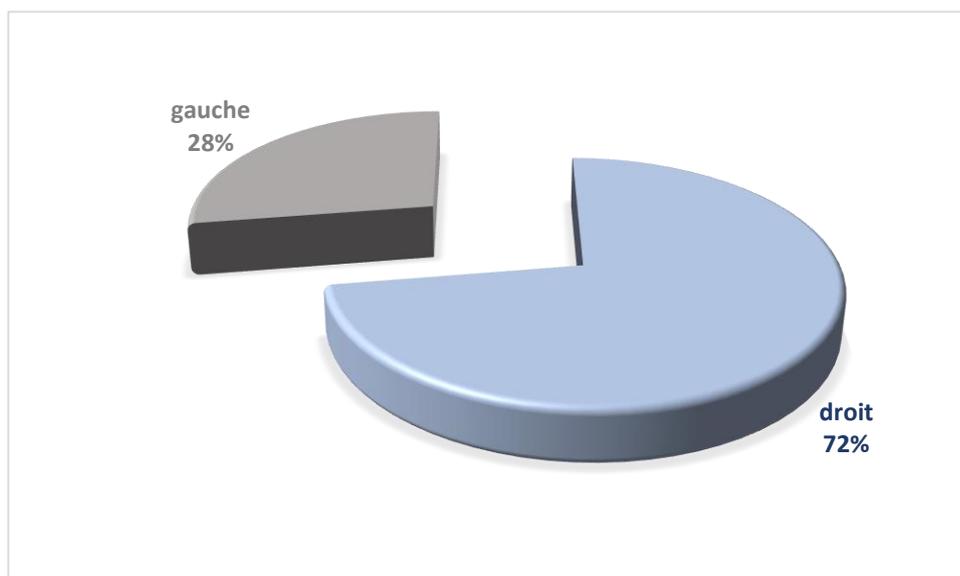
Le mécanisme est imprécis dans 17 cas (42,5%). ( Graphique 6)



**Graphique 6: Les différents mécanismes de rupture du LCA**

### **8.Côté atteint :**

Dans notre travail, le genou droit était le plus touché dans 72% des cas, et 28% des cas pour le côté gauche. ( Graphique 7 )



**Graphique 7: Répartition selon le côté atteint**

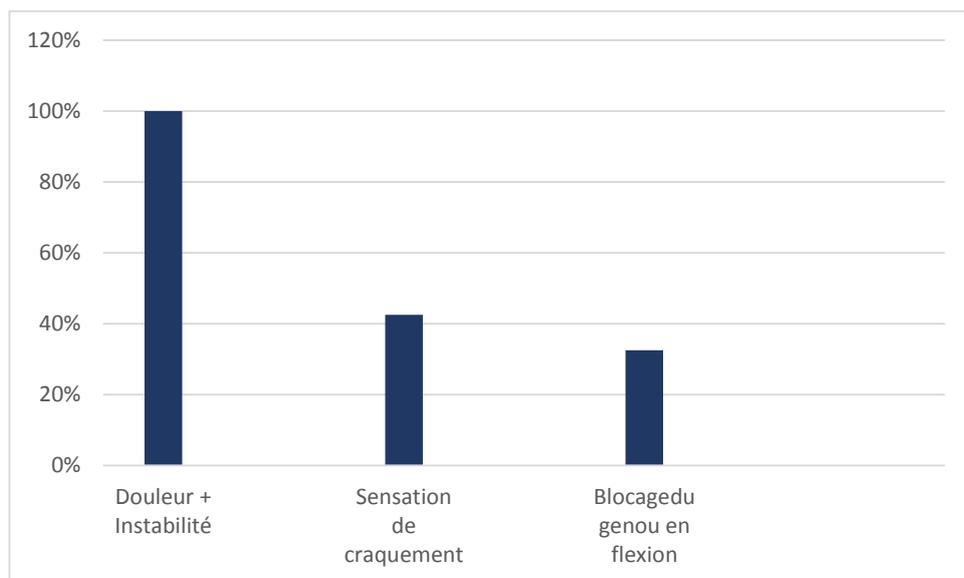
## 9. Délai entre le traumatisme et l'intervention :

Le délai d'intervention par rapport au traumatisme initial était de 29 mois en moyenne.

## II. ETUDE CLINIQUE

### 1. Signes fonctionnels :

La douleur et l'instabilité chronique du genou étaient retrouvées chez la quasi totalité des patients. Un craquement est rapporté par 42,5% des patients , un blocage douloureux en flexion dans 32,5 % des cas. (Graphique 8)



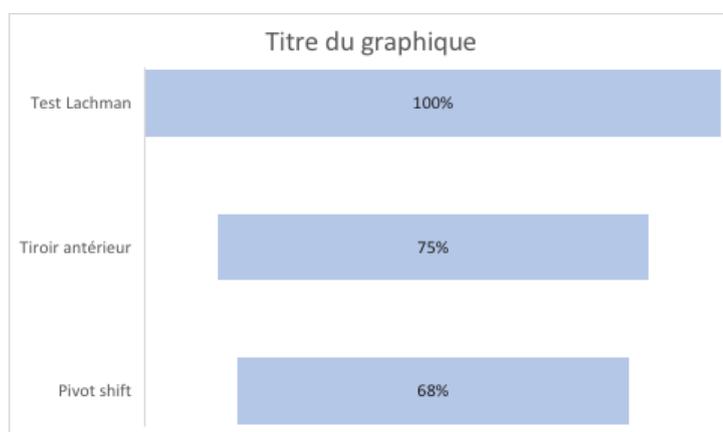
Graphique 8: Répartition des signes fonctionnels dans notre série .

## 2.Examen clinique

### •Testing ligamentaire

Les résultats de l'examen physique étaient les suivants :

- Le test de Lachmann a été retrouvé chez 100% des patients .
- Le tiroir antérieur était positif dans 75% des cas .
- Le ressaut rotatoire était présent chez 68% des cas . (**Graphique 9**)



**Graphique 9:Les Tests ligamentaires**

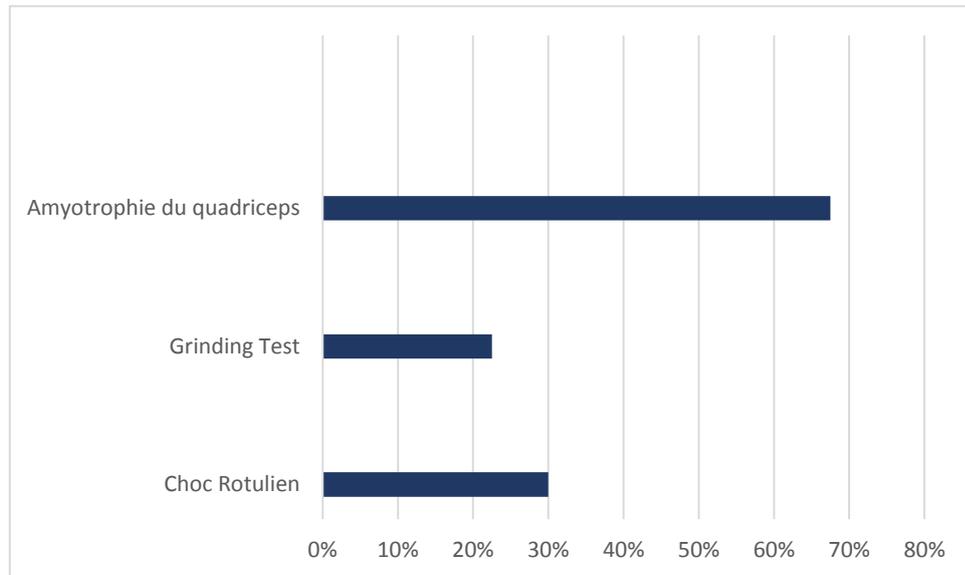
### •Le Reste de l'examen clinique :

L'examen clinique a également mis en évidence les signes suivants :

- Une amyotrophie du quadriceps a été observée chez 27 patients (67,5 %) lors de l'évaluation musculaire. Parmi eux, 18 (45%) ont été opérés par technique DIDT sous arthroscopie et 9 (22,5%) par KJ à ciel ouvert.

- Le Grinding test évoquant une lésion méniscale était positif chez 22,5% des patients .

- Un choc rotulien a été retrouvé chez 30% des cas . (Graphique 10 )



Graphique 10:Le reste de l'examen clinique

### III.ETUDE PARACLINIQUE :

#### 1.Radiographie standard :

Elle est indispensable pour éliminer une lésion osseuse notamment l'arthrose. Ainsi une radiographie standard du genou face et profil a été effectuée chez tous nos patients. Elle s'est révélée normale dans 100% des cas . (Figure 44)



**Figure 44 : Radiographies standards F/P du genou atteint sans anomalie (Hôpital militaire Moulay Ismail de Meknes).**

## **2.Imagerie par résonance magnétique(IRM) : (Figure 45)**

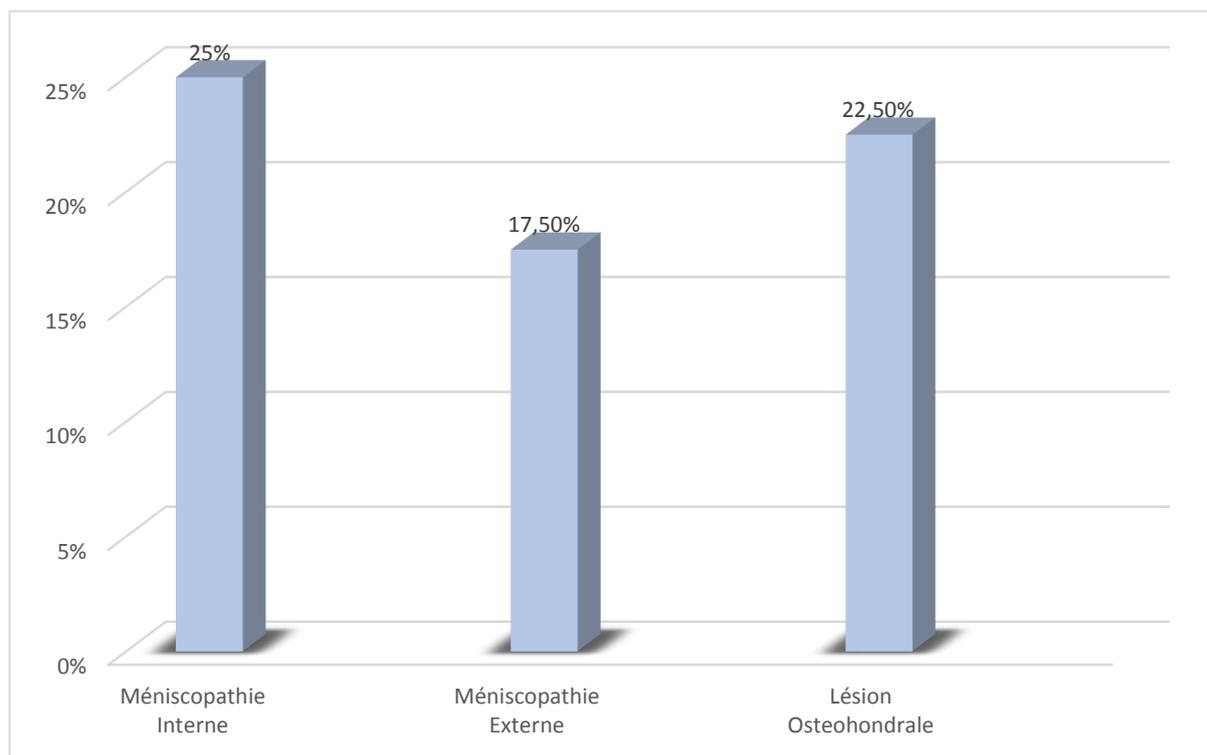
L'IRM, réalisée chez tous nos patients, a confirmé le diagnostic et a permis d'établir un bilan lésionnel complet du genou. Elle a révélé une rupture complète du LCA chez l'ensemble de nos patients (100%).



**Figure 45:Aspect d'un LCA à l'IRM**

L'IRM a permis de mettre en évidence des lésions associées à la rupture du LCA notamment (Graphique 11) :

- Une atteinte du ménisque interne dans 25% des cas .
- Une atteinte du ménisque externe chez 17,5% des patients .
- Lésions ostéochondrales dans 22,5% des cas .



**Graphique 11:Les lésions associées à la rupture du LCA découvertes sur l'IRM**

## **IV.COMPLICATIONS**

### **1. Les complications au cours du geste :**

Dans notre série, aucun incident per-opératoire n'a été signalé. En aucun cas, nous n'avons eu besoin de convertir en chirurgie à ciel ouvert.

### **2. Les complications post opératoire immédiates :**

Dans notre série, aucune complication post-opératoire n'a été notée chez nos patients .

---

## V.EVALUATION DES RÉSULTATS DE LA CHIRURGIE :

### 1.Evaluation clinique postopératoire :

L'évaluation clinique repose sur plusieurs critères, mais le plus déterminant dans notre analyse est le **score de Lysholm** (Annexe 3) . Ce dernier permet d'apprécier la récupération fonctionnelle des patients et de comparer objectivement les résultats des deux techniques de ligamentoplastie, en mettant en évidence leurs éventuelles différences en termes de performance et de stabilité.

#### 1.1.Signes fonctionnels :

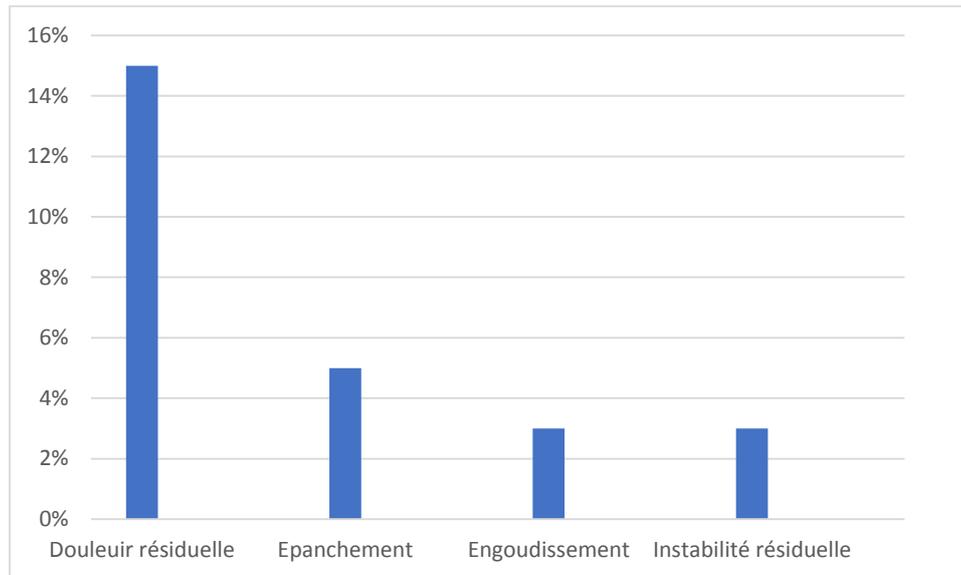
Dans notre série (**Graphique 12**) :

- La douleur résiduelle a été observée chez 6 patients , soit 15% des cas ( 4KJ et 2DIDT) .

- L'épanchement du genou a été constatée que chez 2 patients, soit 5% ( 1KJ et 1 DIDT).

- L'engourdissement au niveau du site a été noté chez 1 patient KJ patient soit 2,5%.

- L'instabilité résiduelle chez 1 patient DIDT soit 2,5% dont une IRM a été refaite chez lui confirmant la bonne position du greffon .



**Graphique 12:Les symptômes rapportés par le patient après reconstruction du LCA**

### **1.2.Examen du genou :**

#### **.Trophicité du muscle quadriceps :**

4 patients de notre série avaient une légère amyotrophie du muscle quadriceps (3KJ et 1DIDT) , 10% qui ont bénéficié de plusieurs séances de rééducation fonctionnelle pour le renforcement musculaire .

#### **•Amplitude articulaire :**

L'examen clinique a révélé que la flexion moyenne était 130° et l'extension moyenne de 10° .

#### **•Testing ligamentaire :**

Le test de Lachman , le tiroir antérieur ainsi que le signe de ressaut étaient négatifs chez tous les patients .

---

### **1.3.Délai de la reprise des activités professionnelles :**

Avant de reprendre leurs activités professionnelles, nos patients restaient principalement chez eux, effectuaient leurs séances de rééducation et s'adonnaient à quelques activités légères.

Le délai de reprise des activités professionnelles variait en fonction du type de travail, allant d'un mois à trois mois, avec une moyenne de 2 mois et 3 jours. Il convient de noter que les patients exerçant des professions demandant un effort physique considérable nécessitaient une période de convalescence plus longue avant de pouvoir reprendre leur travail.

### **1.4.Reprise de l'activité sportive :**

Après le geste opératoire , 37 patients soit (92,5%) avaient repris leur activité sportive dans un délai moyen de 9 mois avec une durée minimale de 6mois et maximale de 14 mois , par ailleurs uniquement 3 patients (2 DIDT et 1 KJ) n'avaient pas repris leur activité sportive .

### **1.5.Score de Lysholm et Tegner : (Annexe 3)**

Après l'évaluation de l'ensemble de nos patients au 6<sup>e</sup> mois à l'aide du score de Lysholm (Tableau ) , nous avons obtenu les résultats suivants. Cette analyse nous a permis d'apprécier la récupération fonctionnelle et la satisfaction des patients après l'intervention.

Parmi les patients ayant bénéficié de la technique DIDT pour la ligamentoplastie du LCA, 50 % ont obtenu un excellent résultat fonctionnel (score de Lysholm entre 84 et 100), 35 % un score moyen (65–83) et 15 % un résultat insuffisant (0–64). Chez les patients ayant bénéficié de la technique KJ , 65 % ont obtenu un excellent résultat fonctionnel, 30 % un score moyen et 5 % un résultat insuffisant.

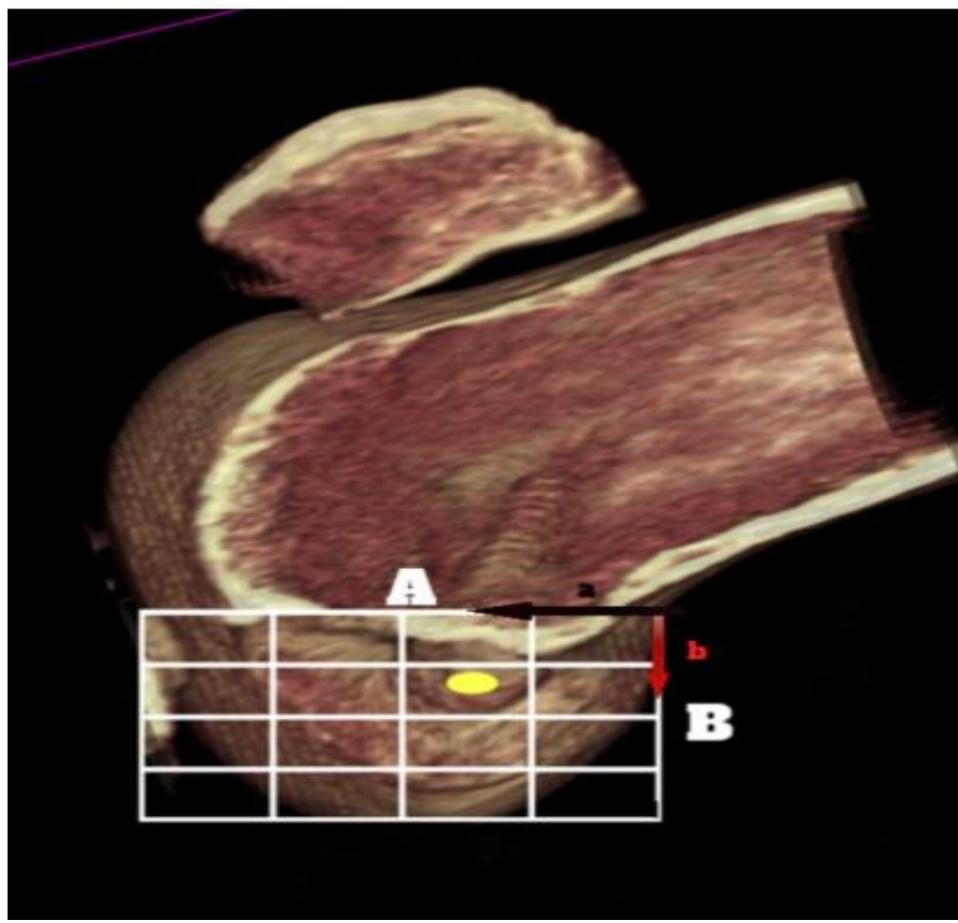
**Tableau 4:Le score de Lysholm en postopératoire**

Score	DIDT		KJ	
	Nombre de cas	%	Nombre de cas	%
Mauvais (0-64)	3	15%	5	5%
Moyen(65-83)	7	35%	6	30%
Bon/Excellent (84-100)	10	50%	13	65%

→L'évaluation réalisée au 6<sup>e</sup> mois postopératoire montre des résultats fonctionnels comparables entre les deux techniques. Cependant, la technique KJ semble offrir une meilleure stabilité articulaire.

## **2-Evaluation scanographique 3D postopératoire :**

Un scanner 3D a été réalisé 24 h après l'intervention pour localiser le tunnel fémoral selon la méthode du quadrant de Bernard. L'ajustement d'une grille 4x4, basée sur la ligne de Blumensaat, a permis de déterminer sa position en pourcentage des axes postéro-antérieur (a/A) et proximodistal (b/B). ( Figure 46)



**Figure 46:Reconstruction scanographique 3D des consyles fémoraux et l'échancrure intercondylienne .**

→ **Résultat** : ( la position du tunnel fémoral dans la technique de DIDT et KJ comparée aux données cadavériques ) :

***a. Evaluation de la profondeur (a/A) :***

La moyenne de la position du tunnel femoral par rapport à la direction postéro-antérieure (a/A) est de 29,6% et 32,1% pour les patients opérés par la technique de DIDT et KJ respectivement .

***b. Evaluation de la hauteur (b/B) :***

La moyenne de la position du tunnel fémoral par rapport à la direction proximo-distale (b/B) est de 39,1% et 34,4% pour les groupes opérés par DIDT et KJ

---

respectivement .

***c. Analyse des résultats :***

Plusieurs études ont mis l'accent sur l'importance de restaurer les caractéristiques anatomiques du LCA natif , dont la malposition peut altérer la biomécanique du genou , provoquer une instabilité et entraîner une douleur chronique [54],[55],[56] , d' où l'intérêt de réaliser une fixation fémorale aussi anatomique que possible .

Notre étude compare la position du tunnel fémoral chez les patients opérés par DIDT sous arthroscopie et ceux opérés par KJ à ciel ouvert , tout en se référant aux études qui précisent la position du tunnel fémoral du LCA natif dans des essais cadavériques .

L'étude la plus récente qui traite la position native du LCA est celle de Young-Mo et Al [57] , ayant utiliser la même méthode de mesure de la position des tunnels fémoraux , celle des quadrants suggérée par Bernard et qui a montré que la moyenne de la position postéro-antérieure (a/A) est 29,5% et celle de la position proximo-distale (b/B) est de 38,5% .

**d. Résultat de l'évaluation (Mesure) :**

<b>Patients ( DIDT )</b>	<b>a/A</b>	<b>b/B</b>
1	32,2%	36,1%
2	25,4%	41,2%
3	31%	44,5%
4	29,8%	39,2%
5	28,6%	43,7%
6	35,7%	29,5%
7	27,8%	35,9%
8	30,1%	43,1%
9	27,2%	44,8%
10	29,1%	39,6%
11	27,4%	42,2%
12	31,4%	39%
13	29,6%	40,2%
14	28,1%	39,8%
15	29,7%	41,7%
16	32,1%	31,9
17	25,5%	38,8%
18	33%	37%
19	28,5%	41,5%
20	30,6%	32,9%
<b>Moyenne</b>	<b>29,6%</b>	<b>39,1%</b>

<b>Patients (KJ)</b>	<b>a/A</b>	<b>b/B</b>
1	35,1%	33,1%
2	30,6%	29,2%
3	27,2%	34,5%
4	31,4%	36,2%
5	30,1%	40,1%
6	36,2%	33,2%
7	30,2%	36,6%
8	34,5%	36%
9	29,4%	28,1%
10	33,6%	40,5%
11	30,5%	29,7%
12	29%	36,6%
13	28,8%	30,2%
14	33,7%	33,3%
15	29,5%	31,7%
16	34,1%	40,7%
17	29,3%	32,8%
18	36,8%	35,1%
19	39,1%	33,9%
20	31,7%	36,9%
<b>Moyenne</b>	<b>32,1%</b>	<b>34,4%</b>

-> En comparant les deux techniques utilisées dans notre étude, nous observons que leurs résultats se rapprochent de ceux des études cadavériques, avec une position plus anatomique pour la technique de DIDT sous arthroscopie, et une position plus haute et plus antérieure pour la technique de KJ à ciel ouvert.

# DISCUSSION

Depuis le début du 20<sup>e</sup> siècle, la chirurgie a révolutionné la prise en charge des ruptures du ligament croisé antérieur (LCA), qui jusque-là ne faisaient pas l'objet d'interventions chirurgicales. Depuis, de nombreuses techniques chirurgicales ont été développées, accompagnées de scores fonctionnels pour évaluer les résultats de chaque méthode, dans le but d'améliorer la prise en charge de cette pathologie. Plusieurs chercheurs se sont intéressés à l'étude du profil épidémiologique, au diagnostic clinique et paraclinique, ainsi qu'au traitement chirurgical des ruptures du LCA, avec une attention particulière portée à l'évaluation des résultats fonctionnels après la ligamentoplastie, afin de déterminer la meilleure technique.

## **I. ANATOMOPATHOLOGIE :**

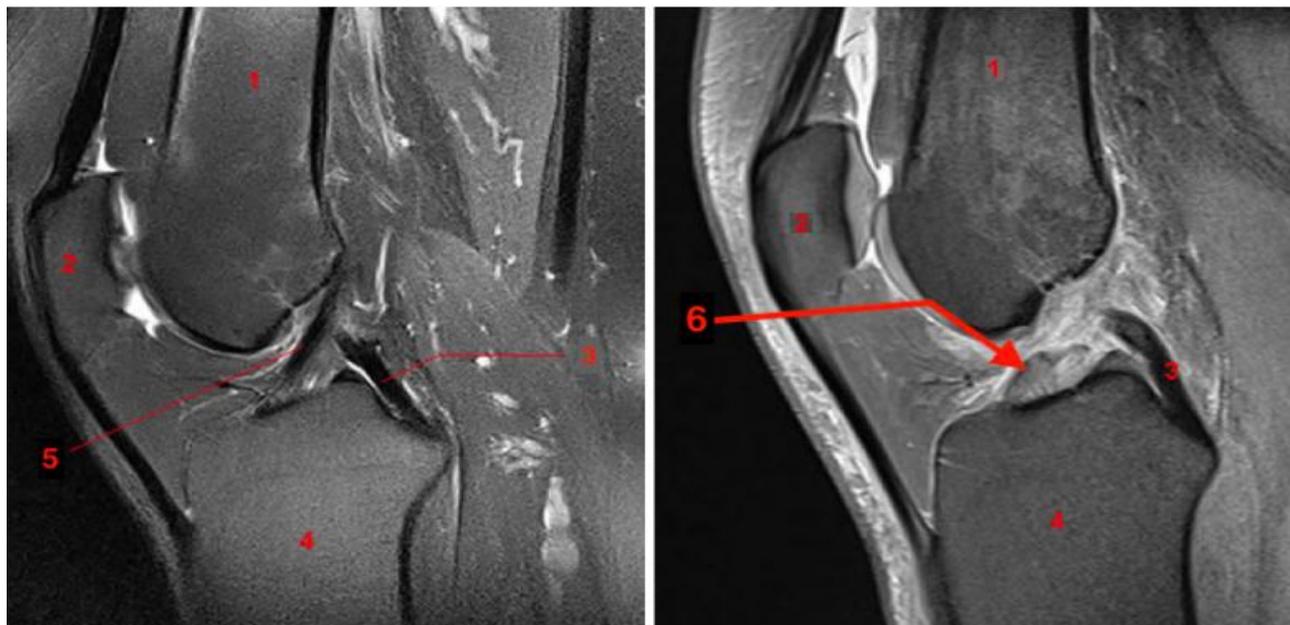
### **A- lésions élémentaires**

Les ruptures peuvent être partielles ou totales avec parfois des lésions associées :

#### **1. Ruptures totales du LCA** (Figure 28)

Les ligaments sont des structures constituées de faisceaux de fibres très peu élastiques. Ce sont ces fibres, qui, à des degrés variables et des endroits divers, peuvent être touchées lors d'une atteinte du LCA.

Toutes les fibres du ligament sont complètement déchirées, ce qui entraîne une perte complète de la fonction du LCA. Le genou devient très instable, en particulier lors de mouvements impliquant une rotation ou une translation antérieure du tibia par rapport au fémur. Cela nécessite souvent une intervention chirurgicale pour restaurer la stabilité du genou.[58]



1: Fémur - 2: Rotule - 3: Ligament croisé postérieur - 4: Tibia - 5: Ligament croisé antérieur  
6: RUPTURE DU LIGAMENT CROISE ANTERIEUR

Figure 47:IRM montrant une rupture du ligament croisé antérieur [59/

## 2.Ruprures partielles du LCA

- 10 à 35% des lésions du LCA . [60] , [61].
- La distinction entre lésion complète et incomplète est souvent difficile et imprécise.
- Une lésion partielle du LCA correspond à un étirement ligamentaire et elle est souvent provoquée par un traumatisme en torsion peu violent . C'est une distension ligamentaire **sans interruption de la continuité des fibres.**
- Une rupture partielle peut correspondre au simple saignement du ligament, à la rupture d'un seul faisceau du LCA (AM ou PL) ou à une distension du LCA qui reste continu.[62]

---

## **B- Les lésions associées[63]**

### **a. Méniscales :**

Les Fissures méniscales surviennent lors d'un traumatisme en flexion-rotation, affectant principalement le ménisque latéral. Ces fissures traumatiques sont généralement verticales et sont ensuite aggravées par les composantes sagittales et rotatoires de l'instabilité du genou provoquée par la rupture du ligament croisé antérieur (LCA).

### **b.Ligaments collatéraux :**

Une lésion du ligament collatéral médial accompagne fréquemment la rupture du LCA. L'IRM peut à la phase aiguë retrouver un ligament épaissi, mal limité, voire interrompu, avec une infiltration œdémateuse des parties molles internes et postérointernes.

### **c.osseuses :**

Il s'agit de lésions de l'os sous-chondral secondaires à l'impaction du fémur contre le plateau tibial lors de la rupture du LCA.

### **d.Lésions chodrales :**

fréquentes mais peu spécifiques et intéressent surtout le condyle fémoral médial.

### **e.Fractures avulsions :**

*La fracture de Segond (ou avulsion de l'insertion capsulaire latérale)* correspond à un arrachement cortical du bord antérolatéral du plateau tibial latéral, causé par une rotation interne excessive et un valgus forcé. En IRM, le fragment osseux n'est pas toujours visible , ce qui souligne l'importance de la radiographie standard de face.

---

Cependant, la contusion osseuse du rebord tibial latéral et l'épaississement œdémateux du plan capsulaire latéral sont systématiques.

*La fracture-avulsion de la partie proximale de la fibula* doit amener à suspecter des lésions ligamentaires, qu'il s'agisse du ligament croisé antérieur ou postérieur.

*L'avulsion de l'insertion du semi-membraneux* est une fracture-avulsion de la partie postéro-interne du plateau tibial.

## II. Etude Epidémiologique :

### 1. Age

Les lésions traumatiques du genou étant plus fréquentes chez les sportifs jeunes, l'âge moyen dans la plupart des séries variait entre 24 et 35 ans. Chez Texier[64], l'âge moyen était 44,5 ans vu qu'il s'est intéressé à des séries de patients âgés de plus de 40 ans afin d'analyser les résultats des ligamentoplasties chez cette catégorie de patients (Tableau 5).

**Tableau 5: Répartition de rupture du LCA du genou selon l'âge en fonction des auteurs.**

<b>Auteurs</b>	<b>Age moyen en année</b>
<b>BOIRE[65]</b>	25,5
<b>JAMBOU[66]</b>	26,7
<b>MOSSAID[67]</b>	30
<b>Ph laffargue[68]</b>	27
<b>By Sebastien K[69]</b>	35,1
<b>ROBERTO P[70]</b>	24,2
<b>Ilahiane[71]</b>	29,1
<b>Panisset et al.[72]</b>	27,2
<b>Sigonney et al.[73]</b>	31
<b>VAYSSE-VIC[74]</b>	31
<b>Texier[64]</b>	44,5
<b>Notre série</b>	<b>28</b>

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**

Le sexe masculin prédomine dans presque toutes les séries étudiées, ce qui s'explique par la pratique plus fréquente des sports de haute violence chez les hommes par rapport aux femmes. Cette prédominance masculine est bien établie, comme le confirment les différentes études de la littérature ainsi que les résultats observés dans notre série.(Tableau 2)

**Tableau 6: Répartition de rupture du LCA du genou selon le sexe**

Auteurs		Sexe masculin	Sexe féminin
BOIRE[65]		90,9%	9,1%
JAMBOU[66]		67,4%	32,6%
MOSSAID[67]		88,9%	11,1%
Ph laffargue[68]		73,4%	26,6%
By Sebastian K[69]		22%	13%
ROBERTO P[70]		80%	20%
Ilahiane[71]		100%	0%
Panisset et al.[72]		69%	31%
Sigonney et al.[73]		62,6%	37,4%
VAYSSE-VIC[74]		65,38%	34,62%
Texier[64]		68%	32%
Notre série	DIDT	95%	80%
	KJ	5%	20%

### 3.Côté atteint

Dans notre série, le genou droit était le plus touché dans 72,5% des cas contre 27,5% des cas pour le côté gauche. Ce qui rejoint les résultats de la littérature.

(Tableau 3)

**Tableau 7: Répartition de rupture du LCA selon le côté atteint.**

Auteurs	Côté atteint droit	Côté atteint gauche
Ilahiane[71]	87%	13%
Costa[75]	58,33%	41,67%
pierre[76]	53%	47%
VAYSSE-VIC[74]	59,62%	40,38%
Notre série	72,5%	27,5%

#### **4.Niveau sportif**

Dans notre étude, la pratique sportive représentait 100% des cas, répartis entre 55% d'activités physiques militaires fondamentales et 45% d'activités sportives de loisir. Ce niveau d'activité élevé est également observé dans d'autres études internationales (**Tableau 8**). Par exemple, BRUNET et al.[77] ont trouvé que 71,25 % de leurs participants étaient des sportifs de compétition, contre 28,75 % de sportifs de loisir, tandis que dans l'échantillon de BOIRE [65], les sportifs de compétition représentaient 27,30 % contre 54,50 % de sportifs de loisir.

En revanche, MOUSSAID[67] a rapporté que 55,70 % de son échantillon était composé de sportifs, principalement amateurs.

Dans notre échantillon, le football était le sport le plus pratiqué, représentant 70% des cas, car les sports de pivot et de contact sont les plus souvent impliqués dans les ruptures du LCA.

**Tableau 8:Le niveau d'activité sportive selon les différentes séries**

<b>Auteurs</b>	<b>Sportifs de compétition</b>	<b>Sportifs de loisir</b>
<b>BRUNET E. et Coll[77]</b>	71,25%	28,75%
<b>BOIRE[65]</b>	27,3%	54,5%
<b>MOUSSAID[67]</b>		55,7%
<b>Notre étude</b>	55%	45%

## 5.Etiologies

Dans notre série, les accidents sportifs représentaient 75% des causes de rupture du LCA et demeuraient l'étiologie la plus fréquemment rapportée par les autres auteurs. (Tableau 9)

**Tableau 9:Répartition des étiologies de rupture du LCA selon les auteurs**

Série	Accident de sport	AVP	Accident de travail
Ph laffargue[68]	81%	2,8%	6,3%
Jambou[66]	95,4%	2,29%	0,91%
Costa [75]	91,6%	1,8%	7,2%
Ilahiane[71]	75%	13%	12%
MOSSAID[67]	50%	27,8%	11,1%
BOIRE[65]	90,9%	9,1%	0%
Notre série	75%	7,5%	17,5%

## 6.Mécanisme lésionnel

Les mécanismes de rupture du LCA sont classés en fonction du degré de flexion, du sens de la rotation, ainsi que des contraintes en varus ou valgus. Ils sont généralement regroupés en deux catégories principales : avec ou sans contact.

### 6.1.Traumatisme sans contact :

#### *a • Valgus Flexion Rotation Externe (VALFE) :*

Le pied fixé au sol, le genou se fléchit et se dirige vers l'intérieur imposant une rotation externe du tibia, il survient lorsque le joueur tourne brusquement du côté opposé à la jambe porteuse[78] . (Figure 48)

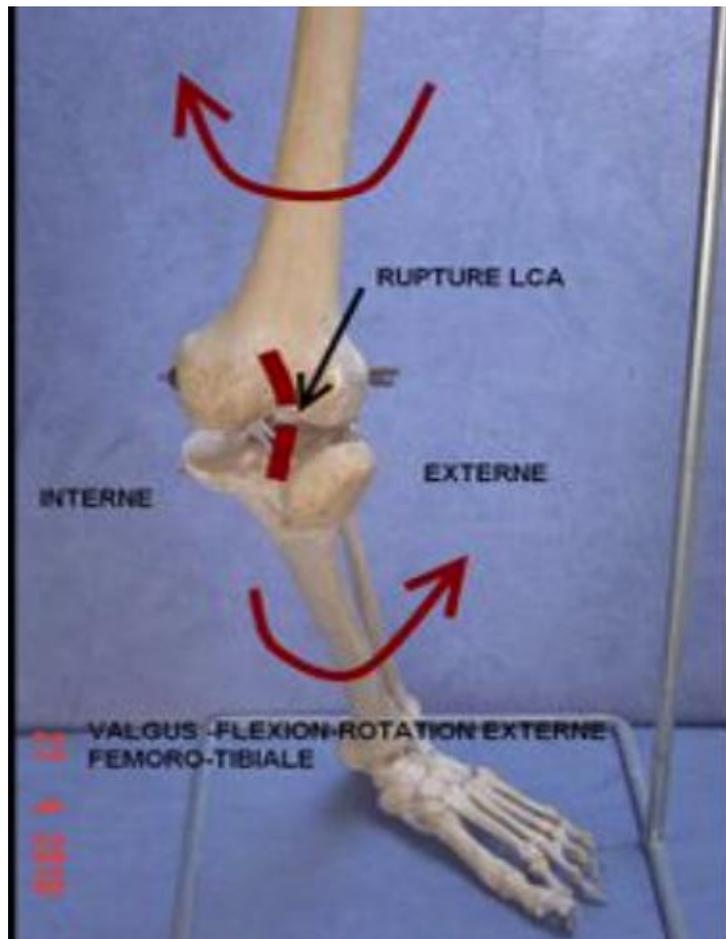


Figure 48:genou fléchi jambe en valgus rotation externe du tibia [78]

#### *b • Varus en Flexion Rotation Interne (VARFI) :*

Le traumatisme survient lorsque le genou est légèrement fléchi. Dans une première phase, diverses lésions du compartiment externe sont observées. Ensuite, lors de la deuxième phase, le LCA est mis en tension, conduisant le plus souvent à une rupture complète. Cette lésion est souvent accompagnée d'une atteinte du tractus ilio-tibial et de contusions osseuses fréquentes.[79] (Figure 49 et 50)

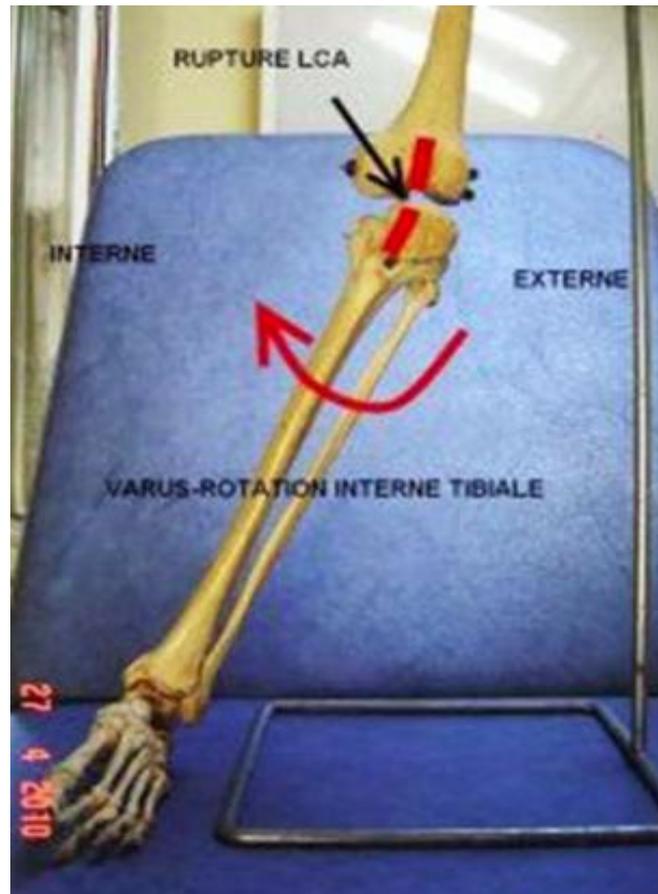


Figure 49:Varus Flexion Rotation Interne[79]



**Figure 50:changement brusque de direction du joueur sur le pied intérieur[79]**

***c • Rotation Interne forcée pure :***

La rupture du LCA survient lors d'un mouvement de pivot avec le genou fléchi à 20 ou 30°, tandis que le pied reste fixé au sol. Dans cette position, en raison de sa disposition et de son obliquité, le LCA est le principal élément limitant le mouvement. Toutefois, il se trouve comprimé contre la face externe du condyle médial, ce qui explique sa rupture. Celle-ci peut se produire avant même une chute, ou sans chute, alors que la personne est en position debout.[79]

***d • Hyperextension brutale non appuyée :***

Pied non fixé au sol , shoot dans le vide. ( Figure 51 et 52 )

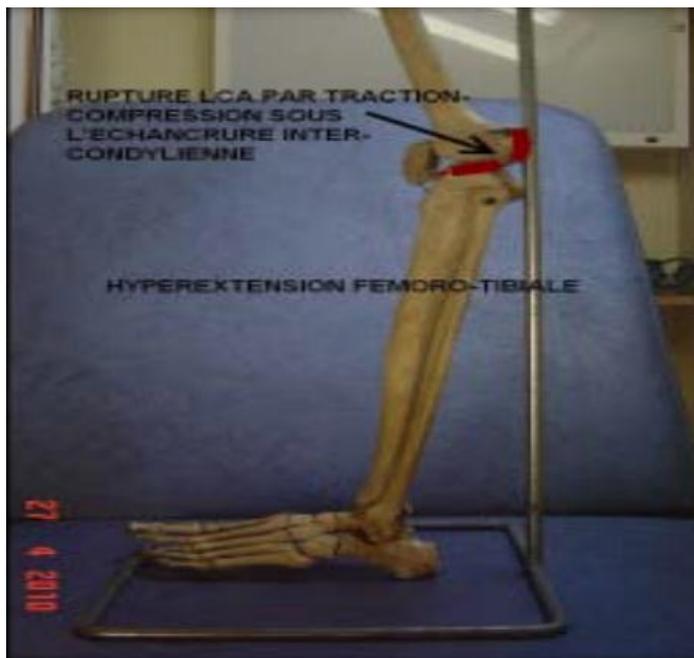


Figure 51:Hyperextension fémoro-tibiale[79]



Figure 52:pied lancé dans le vide[79]

***\_e.Hyperflexion***

**6.2.Traumatisme avec contact :**

*a.choc su la face postérieure du tibia.*

*b.choc direct sur la tubérosité tibiale antérieure genou fléchi à 90° .*

*c.choc direct sur la face antérieure du fémur .*

Dans notre série, le mécanisme de rupture du LCA le plus fréquemment décrit était le mécanisme indirect par valgus flexion rotation externe (VALFE) représentant ainsi 32,5% ce qui rejoint plusieurs études [67],[71],[68] mais en général, les circonstances de survenue sont tellement complexes que nous n'avons pas pu préciser ce mécanisme dans 42,5% des cas (Tableau 10) .

**Tableau 10:Les mécanismes de survenu d'une rupture du LCA**

mécanisme	VALFE	VARFI	Hyperextension
MOSSAID[67]	38,9%	11,1%	11,1%
Ilahiane[71]	63%	12%	25%
BOIRE[65]	9,1%	36,1%	18%
Ph laffargue[68]	37,9%	17,7%	11,4%
Notre série	32,5%	20%	5%

**III.Diagnostic clinique**

Le diagnostic des ruptures du LCA est avant tout un diagnostic clinique. La lésion ligamentaire est suspectée en se basant sur un ensemble d'éléments recueillis à l'anamnèse, les signes fonctionnels et l'examen clinique.

---

## 1. Interrogatoire

Un interrogatoire bien conduit permet souvent d'orienter le diagnostic et cherche à évaluer le degré de la gêne fonctionnelle. Certains éléments augmentent fortement la probabilité de diagnostiquer une rupture du LCA, notamment le contexte sportif, la sensation de déchirure ou de craquement, l'instabilité, la douleur et l'impotence fonctionnelle.

Il ne faut pas non plus oublier d'autres éléments importants comme les antécédents chirurgicaux du genou, de surpoids et les autres pathologies pouvant entraîner une anomalie de la marche (bassin, valgus, varus, boiterie, etc).

## 2. Signes fonctionnels

Dans la littérature, la rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est souvent diagnostiquée suite à l'apparition de symptômes tels qu'une douleur chronique associée à une instabilité du genou. De plus, certaines études indiquent que l'impotence fonctionnelle peut également être un signe révélateur de cette lésion. Dans notre étude, la douleur articulaire associée à une instabilité du genou étaient les motifs de consultation les plus fréquents, rapporté par tous les patients, suivie par la sensation de craquement dans 42,5% des cas , puis un blocage du genou en flexion dans 32,5% des cas . (**Tableau 11**)

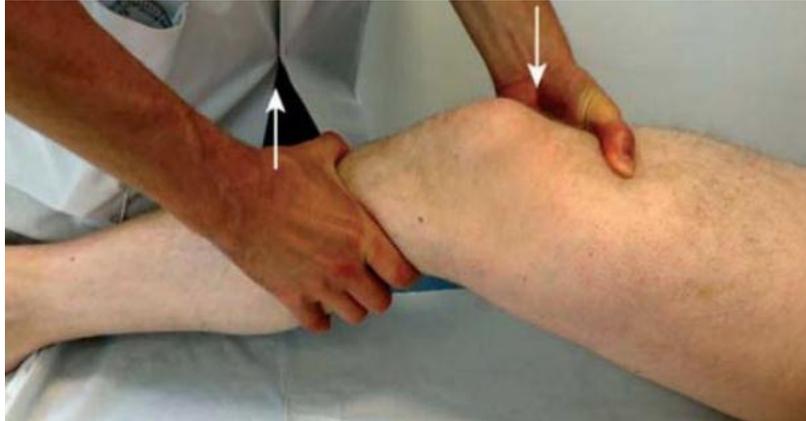
**Tableau 11: Les signes fonctionnels trouvés lors de l'examen du genou.**

Série	Instabilité	Douleur	Craquement	Blocage	Impotence
Ilahiane[71]	50%	100%	37,5%	37,5%	50%
Boire[65]	-	90,9%	27,3%	-	72,7%
Andre et coll[80]	-	-	22%	-	-
Elhassib[81]	100%	57,69%	-	19,23%	-
Lahboub[82]	100%	100%	50%	100%	-
Notre série	100%	100%	42,5%	32,5%	-

### 3. Signes physiques

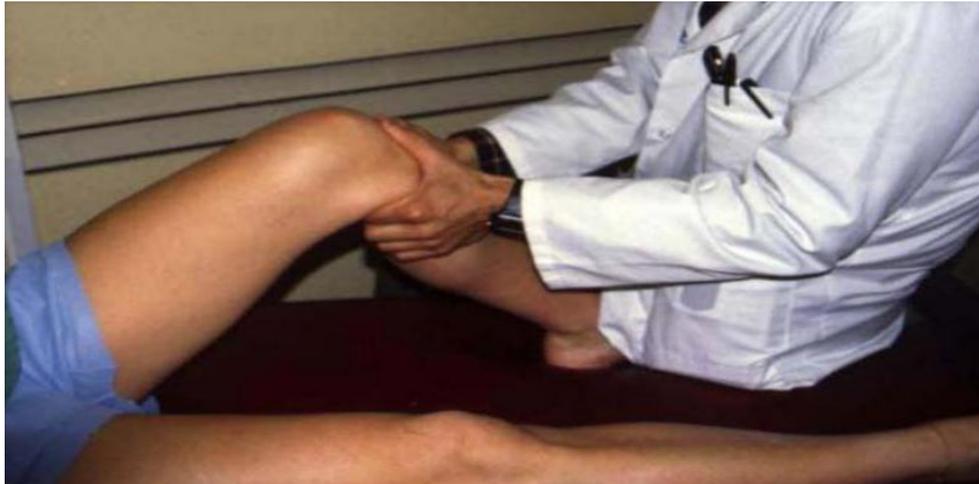
L'examen physique doit être bilatéral et comparatif pour écarter une laxité du côté opposé. (Tableau 12 , Graphique 13)

• **Le test de Lachman**, utilisé pour évaluer la tension et l'intégrité du ligament croisé antérieur (LCA), peut être réalisé quel que soit l'état du genou. Le patient est allongé sur le dos, genou en légère flexion (10°-30°). L'examineur, positionné du côté du genou à examiner, place une main autour de la partie supérieure de la jambe en légère rotation externe, tandis que l'autre main stabilise fermement l'extrémité inférieure de la cuisse, les deux pouces en opposition. La main placée sur le tibia effectue un mouvement de tiroir antérieur. Le test est positif si le tibia avance de manière anormale par rapport au fémur, comparé au côté opposé. La sensation d'arrêt en fin de mouvement est cruciale pour juger de l'intégrité du LCA : un « arrêt mou » indique une rupture complète du LCA, tandis qu'un « arrêt dur » traduit une mise en tension brutale du ligament, suggérant qu'il est intact ou partiellement rompu. La sensibilité du test varie de 63% à 99%, et sa spécificité de 83% à 98% .[83],[84],[85],[86] (Figure53)



**Figure 53:Test de Lachman**

• **Le test du tiroir antérieur** : Pour évaluer le tiroir antérieur, le patient est allongé sur le dos, genou fléchi entre 60° et 90°, avec le pied maintenu en place par l'examineur, qui est assis dessus. L'examineur saisit l'extrémité supérieure du tibia avec les deux mains, positionnant les pouces de chaque côté de la tubérosité tibiale antérieure, et effectue une traction postéro-antérieure [85]. Cette manipulation est réalisée avec le pied en trois positions : en rotation neutre, en rotation interne et en rotation externe. Le test est positif si une avancée anormale et unilatérale du tibia par rapport au fémur est observée. Une positivité en rotation neutre du pied indique au moins une rupture du LCA. Ce test a une sensibilité de 33 % à 70 % et une spécificité de 92%.[83],[85],[87] (Figure54)



**Figure 54:Manoeuvre de recherche d'un tiroir antérieur**

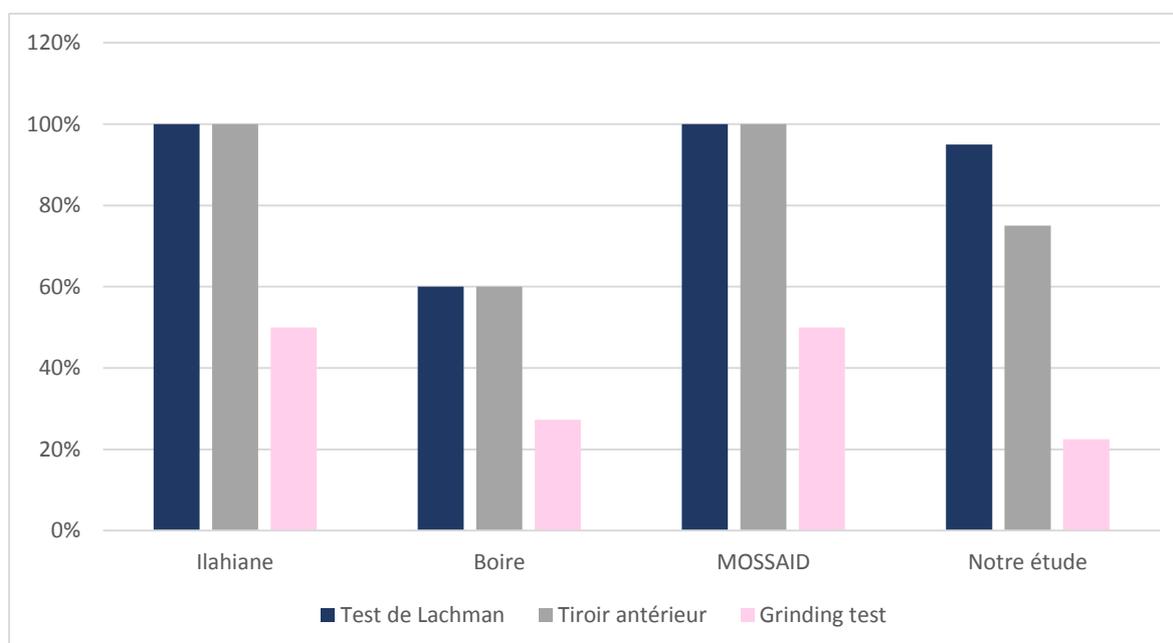
• **Le test du ressaut rotatoire** : La recherche d'un ressaut rotatoire se fait en amenant le genou de l'extension à la flexion, tout en appliquant un mouvement en valgus et une rotation interne du pied. Le test est positif lorsqu'il y a une réduction brutale de la subluxation antérieure du plateau tibial externe, se manifestant par un ressaut soudain, parfois audible. La présence d'un ressaut est un signe pathognomonique de rupture du LCA[88]. Ce test possède une spécificité de 97 à 100% .[83],[86] **(Figure 55)**



**Figure 55:Manoeuvre de recherche du ressaut rotatoire .**

**Tableau 12:Les signes physiques trouvés à l'examen clinique**

Série	Test de lachman	Tiroir antérieur	Epanchement	Grinding test
Ilahiane	100%	100%	-	50%
Boire[65]	60%	60%	36,4%	27,3%
MOSSAID[67]	100%	100%	-	50%
Notre étude	95%	75%	-	22,5%



**Graphique 13:Les résultats de l'examen du genou dans la littérature.**

## IV. Etude paraclinique :

L'imagerie permet de confirmer ou d'infirmer la suspicion clinique de lésion du LCA, de rechercher des lésions associées et de planifier l'intervention chirurgicale.[89]

### 1. Radiographie standard :

La radiographie standard est un examen indispensable en cas de suspicion de lésion du LCA. D'ailleurs, c'est le bilan de première intention lors des traumatismes du genou. Il ne permet pas de visualiser directement les structures ligamentaires mais peut éliminer d'autres diagnostics comme une fracture puisqu'il est doté d'une grande sensibilité pour détecter les fractures (79–86%). Il permet notamment de mettre en évidence les signes indirects révélant une rupture du LCA comme la fracture du Segond. Les incidences de base comprennent un cliché de face antéro-postérieur, un cliché de profil et un cliché axial de la rotule à 30° de flexion. On peut compléter par des clichés en incidence oblique. ( Figure 56 )



Figure 56: Radiographie de face (A) , de profile (B) et axiale de la rotule à 30° de Flexion (C) [90]

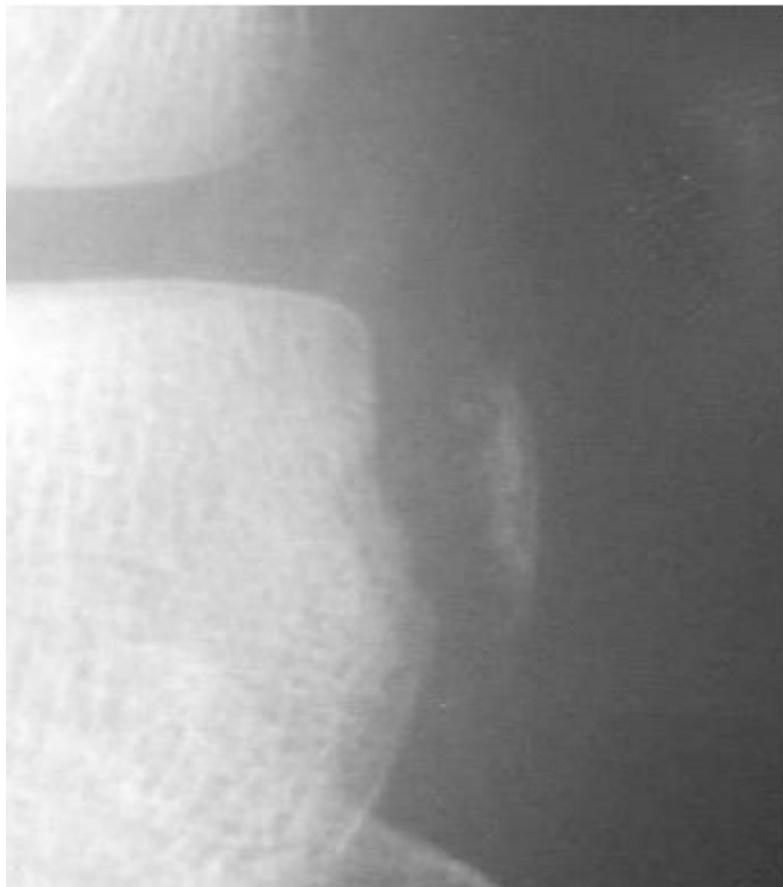
La radiographie de face doit être réalisée en appui monopodal quand l'état du patient le permet. Elle permet de rechercher :

- Une fracture de Segond pathognomonique de la rupture du ligament croisé antérieur par un mécanisme en varus rotation interne. Il ne s'agit pas vraiment d'une fracture mais plutôt d'un arrachement de l'insertion du ligament ménisco-tibial externe. **(Figure 57)**

- Un arrachement de l'épine tibiale antérieure, équivaut d'une lésion du ligament croisé antérieur. **(Figure 58)**

- Un arrachement de l'insertion tibiale postérieure du ligament croisé postérieur.

- Un arrachement de l'insertion fémorale du ligament latéral interne.



**Figure 57:Radiographie du genou face mettant en évidence une fracture du Segond**



**Figure 58:Radiographie du genou montrant un arrachement des épines tibiales (  
Hôpital militaire Moulay Ismail de Meknés )**

## **2.imagerie par résonance magnétique (IRM) : ( Figure 59 )**

L'IRM représente la technique d'imagerie de référence, permettant à la fois de confirmer la suspicion du diagnostic de rupture du LCA, et surtout de rechercher les lésions associées susceptibles de modifier la prise en charge thérapeutique [92] . IRM permet aussi de mettre en évidence la lésion du pivot central, d'en préciser son degré, son caractère récent ou non et le caractère total ou partiel de la rupture. Elle explore aussi les lésions associées : ligaments périphériques ,ménisques, le cartilage et le degré de contusion sous chondrale [93],[94] . Sa sensibilité varie selon les études de 92 à 100%, et sa spécificité de 82 à 100% . [95],[96]

## **2.1.La description des lésions :**

La rupture du LCA existe sous différentes formes , complète ou incomplète :

### **a.Les signes directs de la rupture complète :**

- La non visualisation de LCA.
- Les modifications de morphologie et de trajet sont les plus évocatrices.
- L'horizontalisation du LCA et son accolement au LCP (prise en nourrice) [97].
- La verticalisation du LCA .



**Figure 59:Aspect du LCA intact à droite et LCA rompu à gauche en IRM.[98]**

---

**b. Les signes d'une rupture incomplète :**

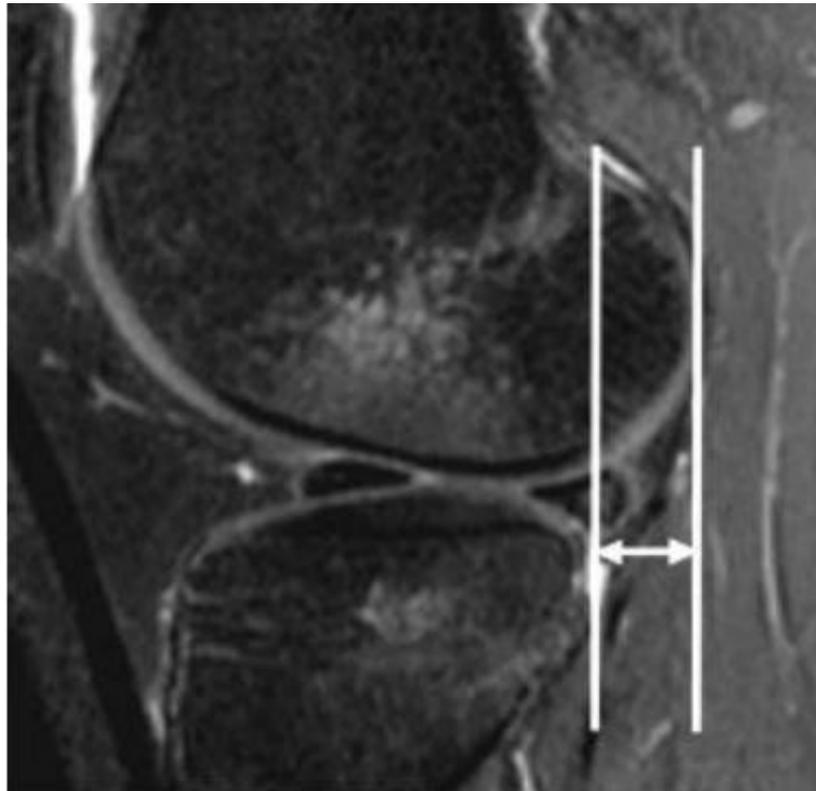
Ils sont la conséquence du mécanisme de la rupture du LCA, voire de l'instabilité secondaire. Ils peuvent aider au diagnostic de rupture du LCA mais ne peuvent être utilisés en ce sens si aucun signe direct de rupture du LCA n'est présent :

-> ***Subluxation antérieure du plateau tibial latéral par rapport au fémur*** (Figure 61 ) : 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 5mm. Il s'agit d'un bon signe pour le diagnostic des ruptures du LCA avec une sensibilité de 74 % et une spécificité de 96 % .

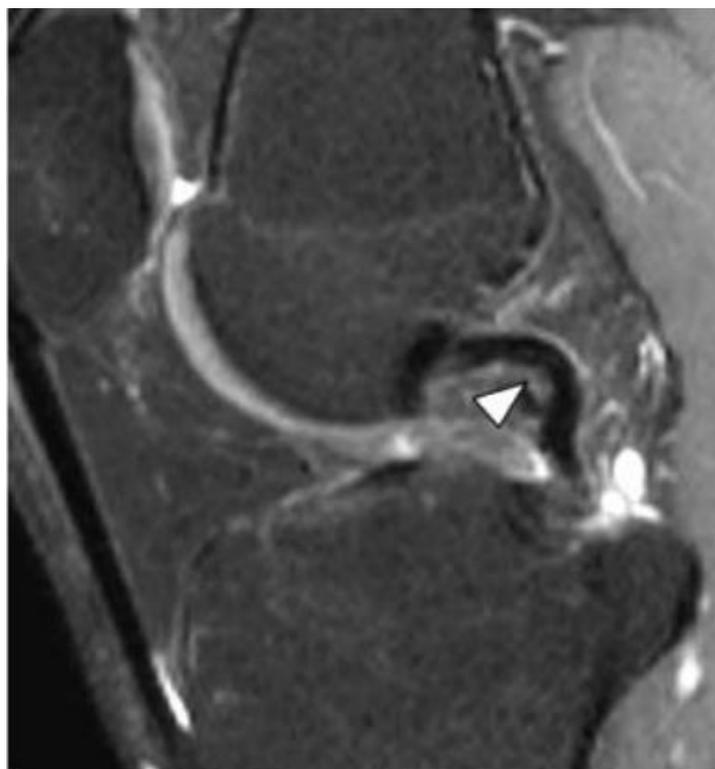
-> ***Verticalisation du LCP*** (Figure 62) : Elle est liée à une détente anormale du LCP.

Ce signe traduit en fait la subluxation antérieure du tibia.

-> ***La distension ou « buckling » du tendon patellaire*** : Il s'agit d'un signe rare. La rupture du LCA diminue l'angle d'insertion du tendon patellaire sur la tubérosité tibiale, responsable d'un raccourcissement de la distance entre la patella et la tubérosité tibiale .[99]



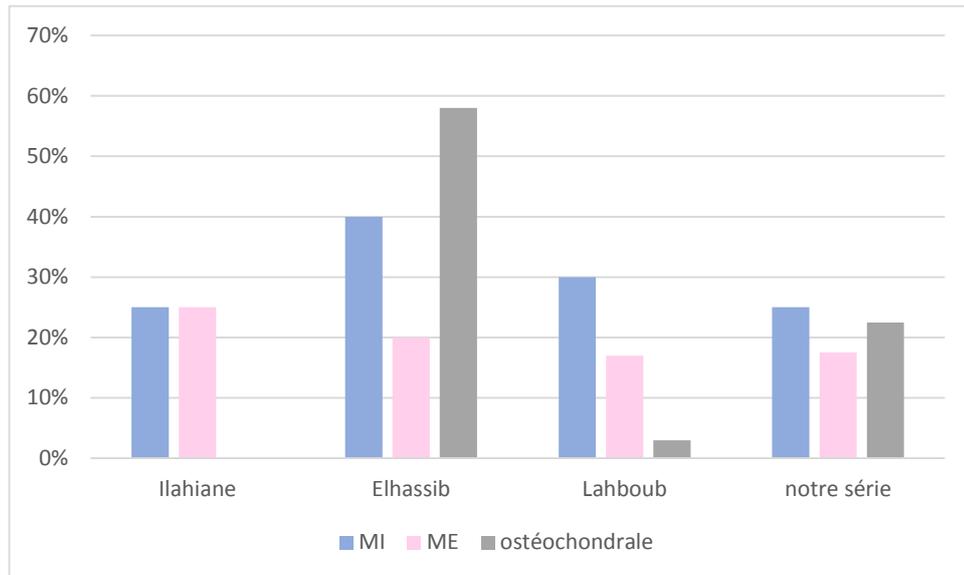
**Figure 60:Subluxation antérieure du plateau tibial latéral : décalage entre le bord postérieur du plateau tibial latéral et le bord postérieur du condyle fémoral latéral de 11 mm. Découverte de la corne postérieure du ménisque latéral témoignant de la subluxation du plateau tibial latéral.[100]**



**Figure 61:Verticalisation du LCP lors d'une rupture du LCA confirmée par l'arthroscopie . Le LCP est concave vers l'intérieur (tête de flèche blanche).[101]**

***c.Lésions associées :***

Comme illustré dans le graphique ci-dessous (**Graphique 14**), que ce soit dans notre étude ou dans les autres séries de la littérature, la lésion du ménisque interne reste la lésion la plus fréquemment associée à la rupture du LCA. Ces lésions surviennent lors du traumatisme en flexion rotation. Ces fissures sont ensuite aggravées par les deux composantes sagittales et rotatoires de l'instabilité du genou lors de la rupture du LCA.



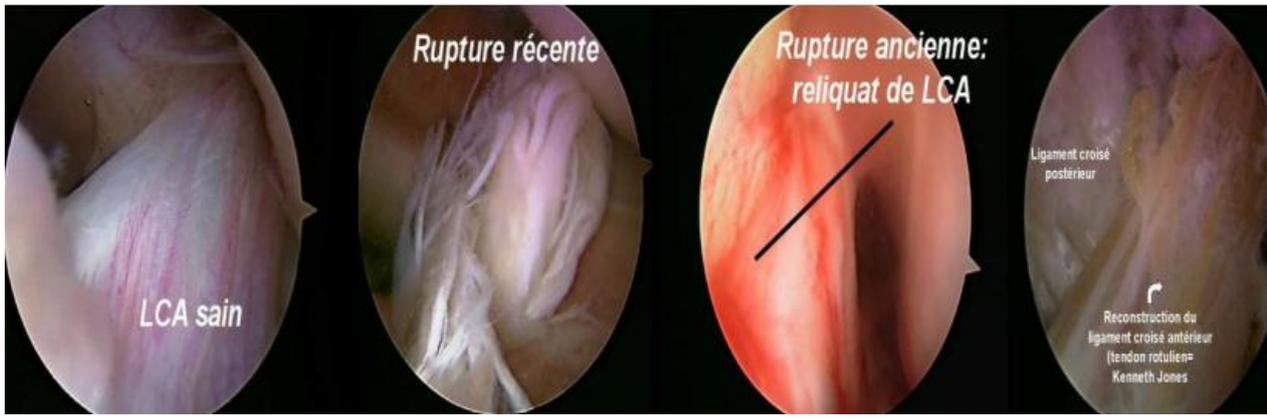
**Graphique 14:Les lésions associées à la rupture du LCA.**

### **3.Arthroscanner :**

L'intérêt réside essentiellement dans la recherche des lésions associées, cartilagineuses et méniscales. Il permet également la visualisation du LCA en reconstruction 3D. C'est un examen plus invasif, il est moins utilisé que l'IRM.[102]

### **4.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[103]. ( **Figure 63**)



**Figure 62: Différents aspects arthroscopiques du LCA [103]**

## **V. Traitement chirurgical :**

La prise en charge des ruptures du ligament croisé antérieur (LCA) a considérablement progressé grâce à l'émergence de diverses techniques de ligamentoplastie, notamment avec le développement des techniques arthroscopiques. Ces innovations ont permis un meilleur contrôle du positionnement de la greffe, facilitant ainsi un traitement plus efficace des lésions associées, qu'elles soient méniscales ou cartilagineuses.

Il est désormais reconnu que la reconstruction du LCA par autogreffe tendineuse permet de réduire la laxité, de corriger l'instabilité du genou et de restaurer un niveau d'activité optimal, contrairement aux réparations primaires par suture tendineuse, qui ont montré un taux d'échec de 100 %, comme l'ont souligné Frank et Jackson [104] ainsi que Grntvedt et al [105].

Plusieurs greffons sont utilisés : le tendon patellaire, le fascia-lata, les tendons ischio jambiers, répondant à plusieurs techniques chirurgicales (**Tableau 13**) :

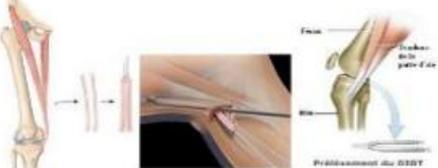
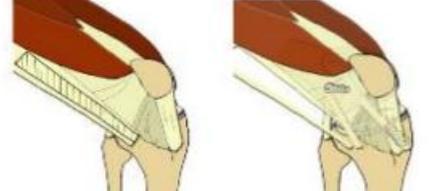
\* **Technique Kenneth-Jones** utilise le tendon patellaire : c'est un remplacement du LCA par une greffe autologue.

\* **Technique DT TLS** utilise le tendon demi-tendineux.

\* **Technique de Macintosh FL** utilise une bandelette de fascia Lata : elle utilise la partie distale du tenseur du fascia lata comme transplant.

\* **Technique DIDT** utilise les tendons ischiojambiers : Droit interne et Demitendineux.

**Tableau 13: Les différentes techniques chirurgicales de reconstruction du LCA[106]**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Le 1/3 central du tendon rotulien avec 2 baguettes osseuses</b> (Technique Kenneth-Jones)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Les tendons ischio-jambiers Droit interne DI et Demi-tendineux DT</b> (Technique DIDT)</li> <li>• <b>Le tendon demi-tendineux seul qui sera replié en 3 ou en 4</b> (Technique DT3 ou DT4)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Le Fascia lata</b> (Technique Mac Intosh modifiée)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Le 1/3 central du tendon quadricipital avec une baguette osseuse</b></li> </ul>

### 1-Buts :

• Supprimer l'instabilité et si possible la laxité , redonner une stabilité normale pour toutes les activités et pour cela il faut supprimer le ressaut .

• Traiter les lésions associées : Limiter et contrôler la translation tibiale antérieure pour éviter l'apparition de lésions méniscales secondaires ( protection et préservation méniscale ) .

- 
- Ralentir l'évolution arthrosique .

## **2.Traitement fonctionnel : [107]**

- **Objectif** :Compenser l'absence du LCA par l'amélioration du contrôle actif du genou.

- **Réalisation** : Le traitement initial comprend l'administration d'antalgiques ou d'anti-inflammatoires, ainsi qu'une ponction évacuatrice du genou en cas d'épanchement important. L'immobilisation est limitée au strict nécessaire en cas de douleur et de perte importante de fonction. Durant les premiers jours, l'appui est autorisé sous protection de deux cannes anglaises.

La rééducation proprement dite consiste en un renforcement des muscles ischiojambiers et du quadriceps, ainsi qu'en un travail de rééducation proprioceptive du genou. Le quadriceps sera ciblé en chaîne cinétique fermée, tandis que les ischiojambiers seront sollicités tant dans leur rôle de fléchisseurs du genou que pour leur action de freinage des rotations. La rééducation proprioceptive débute lorsque le genou est indolore, suffisamment mobile et que la récupération musculaire est jugée satisfaisante. L'objectif est d'amener le patient à adopter des réponses motrices appropriées face à des stimulations de plus en plus intenses. Cette stabilisation dynamique est atteinte par l'apprentissage d'un travail musculaire adapté à l'instabilité potentielle du genou, en renforçant la capacité à anticiper et à contrôler les rotations du tibia et les mouvements du fémur.

- **Indication** : Le traitement fonctionnel est indiqué, pour une rupture du LCA isolé, en l'absence de tout autre type de laxité, de pathologie intra-articulaire coexistante, pour des patients hautement motivés ayant de bonnes qualités de proprioceptivité.

---

### **3. Traitement orthopédique :**

• **Objectif** : viser une cicatrisation spontanée du LCA en nourrice (pédiculisation) sur le LCP en réalisant une immobilisation du membre lésé.

• **Réalisation** : Le traitement orthopédique consiste à immobiliser le genou en flexion d'environ 20° pendant 6 semaines, à l'aide d'une attelle, afin de prévenir le tiroir antérieur et favoriser la cicatrisation du LCA. Des périodes d'immobilisation peuvent être alternées avec des phases de mobilisation contrôlée dans les limites autorisées, afin de maintenir les propriétés viscoélastiques des structures périarticulaires. Une fois l'attelle retirée, l'accent est mis sur le travail en chaîne cinétique fermée, le renforcement des ischiojambiers et la reprogrammation neuromusculaire. La reprise progressive de l'activité sportive peut commencer à partir du quatrième mois.

• **Contre-indication** : en cas de rupture moyenne de LCA (nécessité d'une IRM)

• **Inconvénients** : Ce sont les troubles trophiques dont les conséquences fonctionnelles ne sont pas négligeables. C'est la fonte musculaire rapide, l'altération des propriétés viscoélastiques des ligaments, la raideur articulaire et la déminéralisation osseuse.

### **4. Traitement chirurgical**

#### **4.1. Les facteurs influençant le choix thérapeutique : [108]**

• **L'âge** : L'âge a longtemps été un facteur déterminant, avec une limite pour la chirurgie fixée à 40 ans il y a une quinzaine d'années, une restriction qui n'est plus valable aujourd'hui. Il est vrai qu'un patient jeune présente un meilleur potentiel de cicatrisation, mais il n'existe plus de véritable limite d'âge, surtout en cas de gêne fonctionnelle importante et de cartilage articulaire préservé.

---

• **La motivation , le sport pratiqué et le niveau de compétition** : Les sports avec pivot nécessitent un LCA intact. Si ce ligament est rompu, la reprise est déconseillée, même sans instabilité immédiate, car cela expose à des entorses répétées pouvant causer des lésions ligamentaires, méniscales ou cartilagineuses, et favoriser l'arthrose.

• **Laxité initiale** : L'examen clinique et les tests dynamiques permettent d'apprécier cette laxité, variable d'un sujet à l'autre. Nous utilisons systématiquement le Lachman test radiologique pour quantifier cette laxité. Bien que non absolu, il existe un parallélisme entre la laxité retrouvée à l'examen du genou et l'importance de l'instabilité que risque de ressentir le blessé.

• **L'état des ménisques** : L'existence d'une lésion méniscale, surtout si le ménisque peut être conservé (au besoin par une suture), constitue un argument en faveur d'une réparation du ligament croisé antérieur. La conservation des ménisques, que favorise la stabilisation du genou, est le meilleur moyen de prévenir le risque d'arthrose ultérieure.

• **L'état du genou avant l'accident** : Les conséquences d'une rupture du LCA varient selon l'état antérieur du genou (sain, arthrose, ou ayant déjà subi une méniscectomie). L'indication chirurgicale dépend de cet état. Bien que les indications absolues ne soient pas clairement définies, on considère que les LCA défailants altèrent les capacités biomécaniques du genou. L'absence d'intervention est souvent préférable chez les patients âgés, peu actifs ou non sportifs. En revanche, la chirurgie est recommandée pour les jeunes adultes actifs, pratiquant un sport de compétition, et pour ceux avec une lésion méniscale associée, afin de favoriser la récupération et limiter l'arthrose.

---

## **4.2. Choix thérapeutique :**

Le chirurgien doit prendre quatre décisions lorsqu'il effectue une reconstruction du LCA, pour obtenir la meilleure reconstruction et delà les meilleurs résultats fonctionnels, Ces décisions comprennent :

1-Le type de voies d'abord (Ligamentoplastie arthroscopique ou à ciel ouvert )

2-Le type de greffon

3-Le choix de la méthode de fixation

4-Le placement des tunnels

### **a.Type d'intervention : Ligamentoplastie arthroscopique ou à ciel ouvert :[109]**

Dans une étude rétrospective de Laffargue et al.[110] portant sur 53 patients comparant arthroscopie et arthrotomie pour les ligamentoplasties, aucune différence statistiquement significative n'a été observée à long terme entre les deux groupes. Toutefois, les auteurs ont mis en évidence les avantages de l'arthroscopie en postopératoire, notamment moins d'algodystrophie et de syndrome rotulien, ainsi qu'une récupération musculaire et des amplitudes articulaires plus importantes jusqu'au 3e mois. Actuellement, les techniques arthroscopiques sont privilégiées en raison de leurs nombreux avantages : bilan articulaire complet, traitement simultané des lésions méniscales et ostéochondrales, meilleure visualisation des zones d'insertion du greffon, suites opératoires plus rapides, réduction de la morbidité et récupération accélérée.

---

**\*Arthroscopie du genou : (Figure 64)**

L'arthroscopie est une technique peu agressive qui a pour but d'observer directement toutes les composantes du genou (ligaments, ménisques, cartilage) afin de poser un diagnostic. Cette intervention permet également de traiter les lésions diagnostiquées.

-> **Technique :**

L'arthroscopie dure généralement entre 30 minutes et 1 heure, selon la complexité et la technique utilisée. Elle est réalisée sous anesthésie générale, locale ou régionale, en chirurgie ambulatoire. L'arthroscope, un tube de quelques millimètres, est équipé d'un système optique et d'une caméra vidéo reliée à un écran.

L'asepsie commence la veille avec un antiseptique et un pansement, suivi du rasage et d'un nouveau badigeon antiseptique le matin de l'intervention. Le patient est placé en décubitus dorsal avec le genou fléchi. La flexion peut être maintenue par un support sous le genou, une barre sous le pied, ou une jambe pendante (méthode préférée pour plus de liberté de mouvement).

Le chirurgien trace des repères cutanés avec un crayon stérile (autour de la rotule, tubérosité tibiale antérieure, tendons, interlignes articulaires). Le genou est gonflé de sérum physiologique pour faciliter la manipulation de l'arthroscope. Après l'intervention, les incisions sont refermées avec des points ou des diachylons et un bandage ou une attelle peut être appliqué.

-> **Les avantages de l'arthroscopie : [111]**

L'arthroscopie joue un rôle crucial dans l'évaluation articulaire, permettant ainsi d'affiner la stratégie thérapeutique. Cela est particulièrement vrai pour les lésions

---

méniscales ou cartilagineuses, qui constituent des facteurs déterminants du pronostic à long terme.

Sur le plan thérapeutique, bien que les résultats à long terme soient similaires à ceux obtenus avec les ligamentoplasties intra-articulaires réalisées par « miniarthrotomie » , [112],[113],[114],[125] l'arthroscopie reste une méthode privilégiée en raison des avantages suivants :

- L'éclairage et le grossissement fournis par l'arthroscope permettent une meilleure visualisation de l'articulation.
- L'identification des zones d'insertion ligamentaire est facilitée, ce qui améliore la précision du positionnement du greffon, notamment au niveau du fémur. Cela permet également un nettoyage optimal de l'échancrure, ainsi qu'une meilleure régularisation des orifices des tunnels.
- L'intégrité de la corticale postérieure du tunnel fémoral peut également être mieux contrôlée.

Des suites plus simples dans les 3 premiers mois postopératoires ont été rapportées dans l'enquête multicentrique de la SFA en 1994.[116]  
La généralisation de l'arthroscopie est favorisée par la quantité croissante d'orthopédistes formés à cet outil technique et par la demande croissante des patients qui, à tort ou à raison, y voient une simplification de l'acte chirurgical et de ses suites.

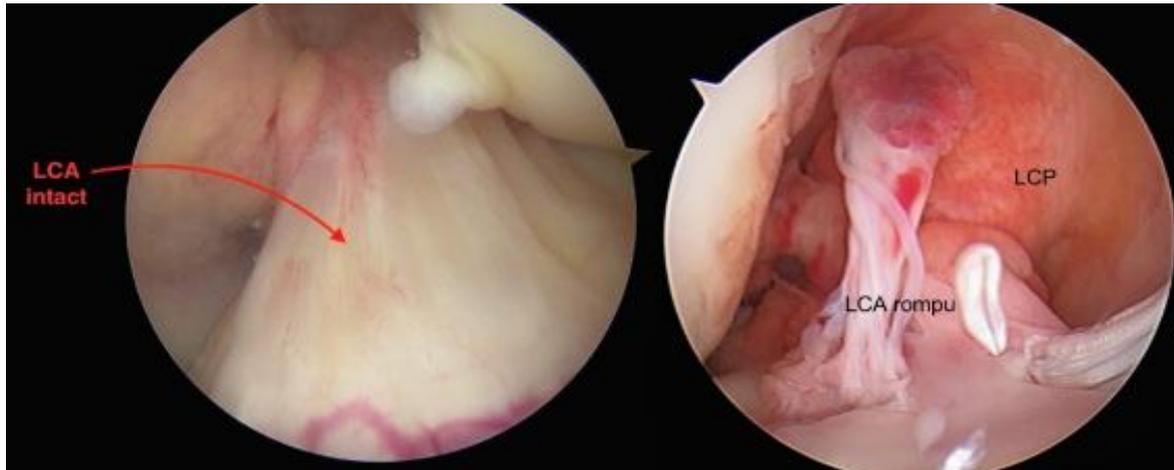


Figure 63:LCA normal (gauche) / LCA rompu (droite) en vue arthroscopique.[117]

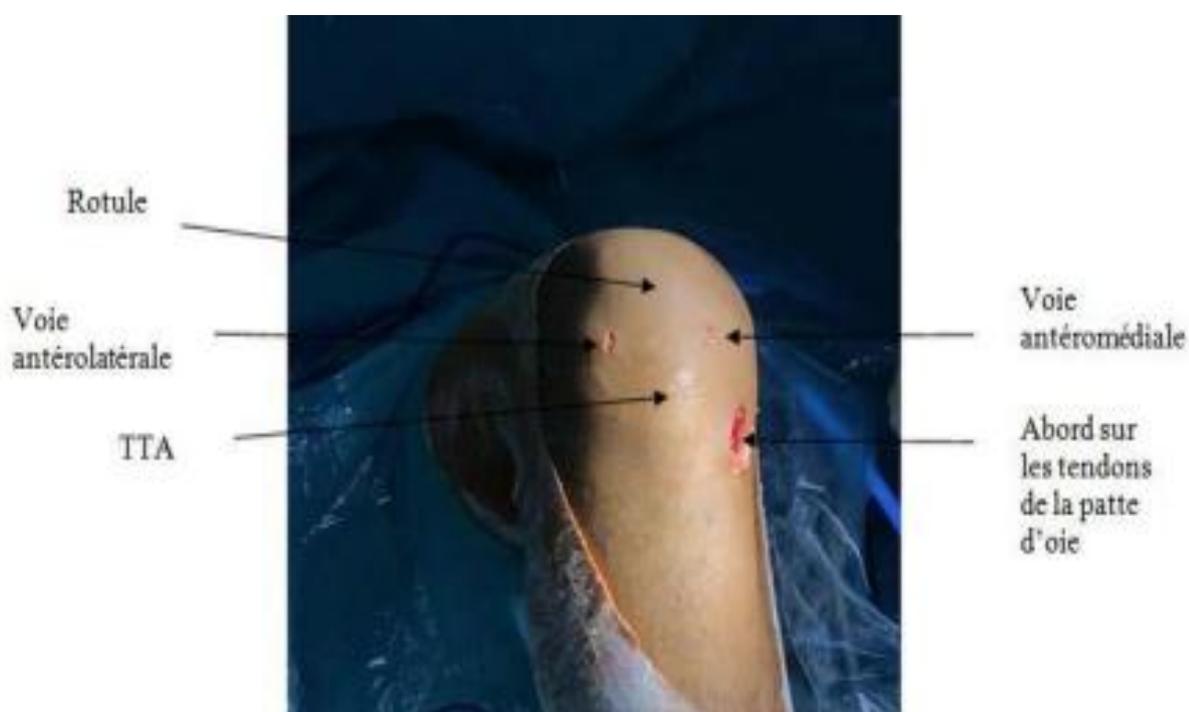
->Les Voies d'abord arthroscopiques : (Figure 69 et 70)

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 transtendineuse de Gilquist est utilisée par certains auteurs.
- la voie d'abord antéro supérieure dans le cul de sac quadricipital pour l'irrigation lavage .



**Figure 64:Voie d'abord arthroscopique antéroexterne et antérointerne [118]**



**Figure 65:Les voies d'abord[119]**

---

### **b.L'anesthésie et la préparation du genou :**

Dans notre série 50% des patients ont bénéficié d'une reconstruction du LCA selon la technique DIDT arthroscopique et 50% selon technique KJ à ciel ouvert .

Avec :

- Préparation standard du membre inférieur conforme aux protocoles d'asepsie habituels pour toute intervention chirurgicale.

- Tous nos patients ont été soumis à une rachianesthésie, alignant ainsi notre approche avec les séries étudiées où la rachianesthésie était privilégiée en tant que première option . Il est à noter que certaines études ont rapporté une conversion vers l'anesthésie générale (AG) dans environ 1/6 des cas. Par exemple, Ilahiane [71]a observé un taux d'AG de 12,50%, tandis que El Hassib a signalé 35% [81] .

### **c.Choix du greffon : .[120] , [121]**

La cicatrisation d'un ligament dépend de sa vascularisation et de la réaction inflammatoire générant du tissu cicatriciel. Le LCA, avec sa faible vascularisation, se répare mal, ce qui rend la suture primaire inefficace comparée à un traitement conservateur. Une rupture du LCA cause une instabilité du genou, entraînant une dégénérescence articulaire. Seule la reconstruction chirurgicale restaure la stabilité de l'articulation.

Plusieurs types de greffes sont utilisés pour la reconstruction du LCA. Parmi celles-ci :

- **Ligament patellaire** : [122],[123] .

Le transplant de ligament patellaire avec baguettes osseuses a longtemps été la référence en reconstruction du LCA. Ses avantages incluent une facilité de prélèvement, des dimensions constantes, une intégration rapide de la jonction os-os et des propriétés mécaniques proches du LCA naturel. Cependant, il est souvent associé à des douleurs au site de prélèvement.

---

• ***Tendons ischiojambiers :***

Devenu une alternative majeure, ce transplant offre une faible morbidité au site donneur, un potentiel de régénération des tendons et de bonnes qualités mécaniques. Néanmoins, des difficultés à obtenir une tension uniforme sur tous les brins et une possible diminution de la force musculaire des agonistes du LCA figurent parmi ses inconvénients.

• ***Tendon quadricipital :***

Peu utilisé en première intention, il constitue une option intéressante en cas de reprise chirurgicale.

• ***Appareil extenseur :***

Une reconstruction combinée intra-articulaire et antérolatérale peut être réalisée en prélevant un transplant continu comprenant le ligament patellaire prolongé par le surtout prépatellaire ou le tendon quadricipital.

• ***Fascia lata :***

Ce transplant offre de bonnes propriétés mécaniques, à condition que ses dimensions soient suffisantes. Son usage est limité par les incisions nécessaires, bien que des techniques moins invasives aient été récemment développées.

• ***Transplant de l'autre genou :***

Utilisé principalement en chirurgie de reprise lorsque les transplants habituels du genou lésé ne sont pas disponibles, il peut également être employé en reconstruction primaire et favoriserait un retour sportif plus rapide.

• ***Allogreffes :***

L'allogreffe, issue d'une banque de tissus, évite un prélèvement sur le patient, réduisant ainsi la morbidité et la durée de l'intervention. Les greffons les plus courants incluent le ligament patellaire, le tendon quadricipital, le tendon d'Achille et les tendons ischiojambiers. Cette solution est particulièrement utilisée en cas de reprise

---

chirurgicale, bien qu'elle soit également acceptée en première intention dans certains pays, comme les États-Unis.

• ***Ligament synthétique :***

Les greffons synthétiques, développés dans les années 1980, ont été largement abandonnés en raison de leur taux élevé de ruptures et de résultats insatisfaisants.

=> Le choix du transplant pour la reconstruction du LCA dépend des propriétés mécaniques, de la simplicité d'utilisation, des plasties antérieures et des préférences du chirurgien. Le ligament patellaire offre une résistance supérieure mais une raideur élevée, tandis que les tendons ischiojambiers ont une raideur proche du LCA mais nécessitent une plicature. Les allogreffes, simples à utiliser, exigent une infrastructure spécifique, souvent limitée. Les plasties antérieures restreignent parfois les options, mais le choix final repose surtout sur l'expérience et les préférences du chirurgien.

-Beasley , en analysant les résultats publiés dans la littérature de ces 10 dernières années, a conclu qu'en moyenne 85% des patients retrouvent une fonction normale ou presque normale du genou, quelle que soit la technique utilisée [126].

Les résultats d'une méta-analyse portant sur les études prospectives avec plus de 2 ans de recul [127] comparant le tendon patellaire aux tendons ischiojambiers à quatre faisceaux ont trouvé une reprise du sport au même niveau .

Les douleurs antérieures du genou sont retrouvées quelle que soit la greffe utilisée, mais elles sont statistiquement plus fréquentes 2 ans après utilisation du ligament patellaire (19 %) qu'avec le DIDT (15%).

**d.L'emplacement des tunnels fémoral et tibial : [128]**

L'emplacement des tunnels fémoral et tibial est également crucial dans les reconstructions du LCA. En effet, plusieurs études radiologiques[129],[130],[131] ont montré qu'un placement incorrect des tunnels est généralement source d'échecs après reconstruction. Selon une analyse des erreurs ayant entraîné un échec de la

---

reconstruction du LCA, un placement incorrect des tunnels est à l'origine de ceux-ci dans près de 3 cas sur 4.

#### **e.Choix de la méthode de fixation : [124]**

La fixation des greffes en chirurgie de reconstruction du LCA est un facteur clé de la réussite de l'intervention. Dans les premières semaines postopératoires, la fixation est souvent le maillon faible de la reconstruction. Au départ, la greffe est maintenue par fixation mécanique, puis, au fil du temps, la fixation biologique prend le relais. La solidité de la fixation dépend de la surface osseuse en contact avec la greffe, du type de fixation utilisée et du type de greffe choisie.

#### **4.3.Ligamentoplastie du LCA par la technique DIDT:**

##### **a.Prélèvement du greffon :**

Le droit interne et le demi-tendineux sont deux muscles similaires qui, avec un troisième muscle, le sartorius, forment ce que l'on appelle la « patte d'oie ». Ces muscles, également désignés sous le nom d'ischiojambiers, se trouvent sur la face interne de la cuisse. Leurs tendons, longs et fins, s'attachent à la face interne du tibia après avoir traversé l'articulation du genou. ( Figure 67 )

Ces deux muscles ont un rôle de flexion de la jambe sur la cuisse, mais leur action est accessoire à côté de celle des autres muscles fléchisseurs. Aussi leur prélèvement n'a pas de conséquences fâcheuses.

Il peut cependant persister ultérieurement une diminution de la force musculaire en fin de flexion de la jambe sur la cuisse, avec difficulté ou impossibilité d'effectuer un « talon-fesse » actif. Dans les suites du prélèvement, on observe rarement des douleurs de cuisse, évoquant un claquage musculaire. Elles disparaissent en quelques mois.[111]

L'autogreffe est prélevée de manière traditionnelle avec une incision verticale située à 6 cm au-dessus de l'espace articulaire, à 2 cm médialement à la tubérosité tibiale,

Le bord supérieur de la patte-d'oie est facilement repéré roulant sous le doigt. Les deux tendons du droit interne et du demi-tendineux, conjoints à leur insertion tibiale, sont recouverts par l'aponévrose du sartorius. Il faut préserver la branche sensitive du nerf saphène médial. Pour individualiser ces tendons, il faut inciser l'aponévrose du sartorius dans son axe longitudinal au-dessus des deux tendons .

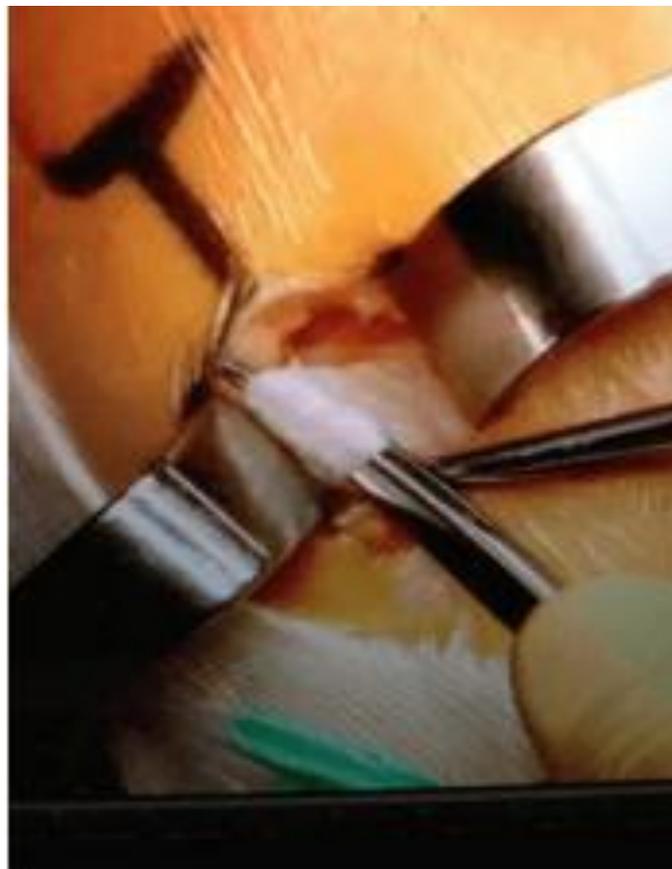


**Figure 66:Le site de prélèvement du greffon DIDT [132]**

On réalise une dissection progressive jusqu'à l'aponévrose du Sartorius. Le fascia superficiel est dégagé par le passage appuyé d'une compresse et donc on repère les tendons du DI et du DT sous le fascia superficiel. Ce dernier est incisé 3 à 4 mm au-dessus du bord supérieur du DI, parallèlement à son orientation. ( Figure 68 et 69)

A noter qu'on réalise l'ouverture du fascia prudemment afin de ne pas endommager les tendons du DI et DT, et rester superficielle pour ne pas léser le ligament collatéral médial[24], ainsi les tendons du muscle gracile (G) et du muscle semi-tendineux (ST) sont prélevés à l'aide d'un stripper après la résection de la vincula. Les brins musculaires sont retirés, et les insertions tibiales des deux tendons sont toujours préservées [133]

Chaque tendon est suturé à son extrémité libre sur une longueur de 3 cm, laissant une longueur de suture à l'extrémité libre de la greffe. Le diamètre des deux tendons repliés en deux (c'est-à-dire, 4 brins) est calibré [134].



**Figure 67:La visualisation du tendon DDT au niveau de l'incision[135]**

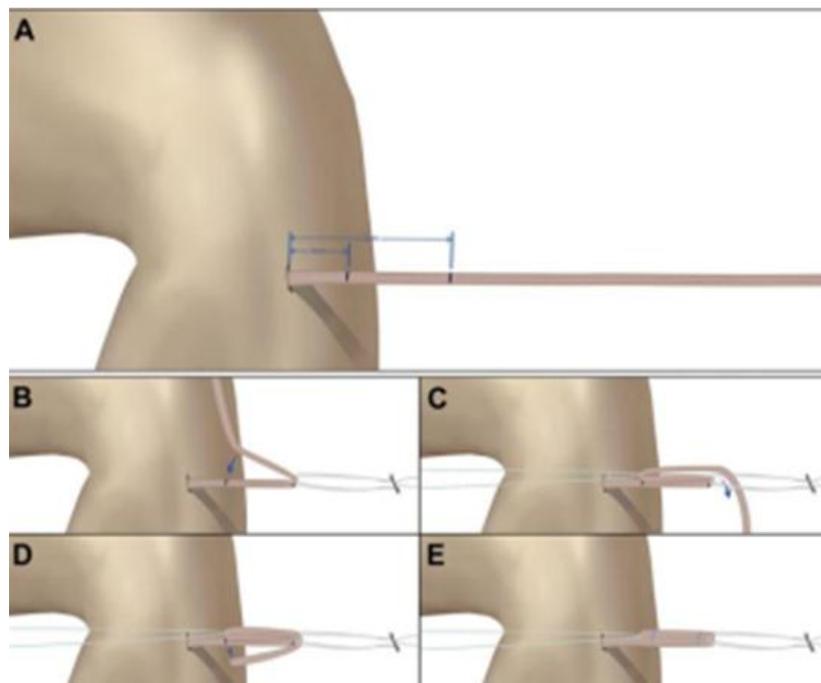
(A) Des repères sont positionnés à la longueur de greffe préalablement mesurée, moins 0,5 cm, et à un point plus proche de l'insertion tibiale du tendon ST, afin d'obtenir une longueur minimale de greffe de 8 cm pour la portion triplée ou

quadruplée. Ensuite, la greffe est (B) doublée, (C) triplée, et (D) si nécessaire, quadruplée. Enfin, la greffe en boucle est suturée.[136]

### **b.Préparation du greffon :**

Tout d'abord, les deux tendons sont libérés des résidus musculaires et de la graisse. Il est plus facile et plus confortable de procéder ainsi lorsque les tendons sont encore attachés au tibia. Ensuite, les tendons sont mesurés : le droit interne, plus fin, est environ 20 à 30 mm plus court que le demi-tendineux, qui est plus épais.

Dans la préparation classique du DI et du DT, les tendons sont repliés en U, soit sur des fils de traction solides, soit sur un Endobutton, pour former un greffon à 4 brins. Les quatre brins sont ensuite suturés ensemble avec quelques points résorbables (Vicryl® 2/0), soit in situ, soit sur un graft master, pour assurer une tension et un calibre uniformes. Les tendons sont maintenus en tension et allongés sur le graft master. Le greffon ainsi préparé est calibré pour obtenir un montage serré en press-fit, garantissant un bon contact entre le tendon et l'os pour la greffe. ( Figure 69 )



**Figure 68:Etapes dans la préparation de la greffe [136]**

---

### **c. Le temps arthroscopique :**

**\*Voies d'abord :** Les deux voies d'abord arthroscopique sont réalisées : une voie intermédiaire antérolatérale qui doit être extrêmement proche du tendon rotulien pour offrir une vue suffisante sur la face axiale du condyle, et une voie intermédiaire antéromédiale au bord médial du tendon rotulien qui est la voie instrumentale.

**\*Exploration arthroscopique :** Le bilan arthroscopique permet d'explorer l'articulation, de rechercher les lésions méniscales et d'évaluer l'état du cartilage. Le résidu du LCA est également visualisé, tout comme la morphologie de l'échancrure.

Les éventuelles lésions sont alors traitées lors du même acte chirurgical, en s'appuyant sur les informations fournies par l'imagerie par résonance magnétique préopératoire.[137]

### **d. Préparation de l'échancrure : [137]**

Le nettoyage de l'échancrure (la face médiale du condyle externe) est une étape très importante. Ce nettoyage peut être réalisé au Shaeffer, parfois par une vaporisation électrique et doit permettre de dégager le rebord postérieur du condyle externe, qui servira de repère pour la réalisation du tunnel fémoral. Il existe une crête osseuse située sur la face médiale du condyle externe, quelques millimètres en avant de son bord postérieur, peut être source de confusion et entraîner un positionnement trop antérieur du tunnel (crête intitulée resident's ridge de Clancy). Le pied du LCA doit également être dégagé et bien visualisé, notamment dans sa partie antérieure.

### **e. Repérage et forage des tunnels : [137]**

#### **• Tunnel tibial :**

On réalise le tunnel tibial à l'aide d'un viseur spécifique, à travers la zone de prélèvement. Le viseur est positionné afin d'obtenir un point d'émergence intraarticulaire entre les épines tibiales, en effet un tunnel tibial trop antérieur expose au risque de conflit en extension avec l'échancrure à l'origine d'un flexum (syndrome

du cyclope) ou d'une distension du transplant. Un tunnel trop médian diminue l'obliquité frontale du transplant et peut provoquer un conflit avec le condyle externe. La pointe du viseur tibial est introduite dans l'articulation par la porte antéro inférieure. La broche-guide est alors mise en place. L'obliquité du viseur est entre 45° et 55°, et la pénétration intra-articulaire de la broche-guide est contrôlée arthroscopiquement et éventuellement protégée par une curette pour ne pas léser le LCP. Il faut toujours vérifier l'absence de tout conflit du greffon avec l'échancrure quand le genou est mis en extension progressive, une fois cette vérification est effectuée, le forage du tunnel tibial est réalisé à l'aide d'une mèche. En cas de résistance lors du forage, on s'arrête et on contrôle l'axe du forage, afin d'éviter toute rupture de la broche guide.

#### **• Tunnel fémoral : ( Figure 70)**

**\*Les tunnels indépendants de dedans en dehors par la voie antéromédiale ( la technique la plus recommandée ) : [138]**

Dans un premier temps, on repère le point d'entrée de la broche qui servira de guide au forage du tunnel. Ce point se situe à la jonction du plafond et du bord externe de l'échancrure à sa partie postérieure.

Lorsque le point fémoral est repéré, le tunnel fémoral est foré à 5 ou 6 mm du rebord postérieur du condyle externe, à 11 heures pour les genoux droits et 13 heures pour les genoux gauches.

On utilise un viseur avec un index supérieur au rayon du greffon, calibré au préalable : soit un viseur avec un index de 5 mm pour les greffes de 8 ou 9 mm, et un index de 6 mm pour les greffes de 10 et 11 mm de diamètre, pour préserver la corticale postérieure. Le viseur est positionné sur le genou en flexion à 90° afin de bien visualiser le rebord postérieur du condyle externe. Le genou est ensuite fléchi à

---

120° et la face cutanée latérale de la cuisse est dégagée pour la broche à chas. La broche guide est positionnée et contrôlée avant le forage du tunnel.

On réalise le forage du tunnel fémoral indépendant par la voie antéromédiale, de dedans en dehors par la technique dite « tunnel borgne », afin d'éviter les fragilisations du montage et d'avoir un meilleur contrôle de l'orientation du tunnel. Ainsi les deux tunnels sont totalement indépendants et le tunnel tibial n'intervient pas dans la réalisation du tunnel fémoral. En cas de résistance lors du forage, on s'arrête, on contrôle les axes et on s'assure que le genou est bien maintenu en hyper flexion par l'aide.

Il existe d'autres façons de réalisation de ce tunnel :

**\* De dehors en dedans :**

Pour réaliser ce tunnel, un guide spécifique est utilisé sous contrôle arthroscopique. Il est introduit dans l'échancrure entre le croisé postérieur et la face axiale du condyle latéral pour s'accrocher sur son bord postérieur avec un genou en flexion à 90°.

**\*De dedans en dehors avec la technique uni tunnel borgne et deux tunnels dépendants :**

Une broche à chas est introduite dans le tunnel tibial et perce le condyle fémoral dans l'axe ou dans le prolongement du tunnel tibial. Le genou doit être fléchi entre 70° et 90° de flexion pour atteindre cet objectif. Dans cette technique, la réalisation du tunnel fémoral borgne est très étroitement liée à la réalisation du tunnel tibial. Les tunnels sont dépendants et le risque d'avoir un tunnel tibial trop antérieur est important.



**Figure 69:Aspect du tunnel fémoral après forage [139]**

**f.Le passage du greffon : [140]**

Le nettoyage des débris osseux est effectué, une étape cruciale, afin d'éviter que la greffe ne soit obstruée à l'entrée des tunnels fémoral et tibial par des résidus osseux ou des tissus mous. La greffe ligamentaire est ensuite tirée du tunnel tibial vers le tunnel fémoral, en suivant une direction du bas vers le haut. Lors du passage dans le tunnel fémoral, le genou est maintenu en hyperflexion pour assurer une traction parfaitement alignée avec l'axe du tunnel. Pour éviter toute interposition de tissus mous, l'entrée du tunnel tibial est protégée à l'aide d'un écarteur pendant le passage du greffon. ( Figure 71 )



**Figure 70: Passage du transplant au niveau des tunnels [139]**

**g. La fixation du transplant : [124],[141]**

La fixation des tendons ischiojambiers été l'objet de beaucoup de discussions, plusieurs systèmes de fixation sont disponibles. Ils sont classés en trois catégories selon leur situation par rapport à l'orifice intra articulaire du tunnel osseux : proximale ou anatomique, intermédiaire et distale. (Figure 72 et 73)

---

***\*La fixation fémorale :***

Une fixation proximale par une vis d'interférence à filetage mousse (résorbable ou métallique). Celle-ci est plutôt surdimensionnée en maintenant la tension du greffon à chaque extrémité pour éviter que le greffon s'enroule. L'introduction de la vis est réalisée par la voie arthroscopique antéro-interne genou fléchi à 120°. Elle nécessite l'utilisation d'une broche guide qui doit être en avant du transplant. La fixation doit se faire sur un transplant tendu à ses deux extrémités pour éviter d'abîmer la greffe. Le diamètre de la vis est supérieur de 1 mm au diamètre du tunnel et sa longueur est de 25 à 30 mm pour le fémur. La vis doit être suffisamment poussée d'au moins 2 à 3 mm à l'intérieur du tunnel fémoral pour permettre une bonne incorporation du greffon et d'éviter tout effet de cisaillement. Si une fixation distale par les systèmes à appui cortical « Endobouton » est utilisée, il faut s'assurer, après avoir passé la plaquette, de la bonne tenue du montage car un piège est de voir, sur la radiographie postopératoire, l'Endobouton au-dessus de la corticale fémorale. Cela traduit une inefficacité de la fixation. Une fois la plaquette basculée avec les deux fils de traction, il faut alors tracter fortement la greffe vers le bas pour qu'elle soit plaquée sur la corticale fémorale. Une Fixation par le système transfixiant (Rigidfix, Transfix) est possible, elle bloque les tendons avec un clou ou une broche enfoncée dans le fémur et fixe les tendons à l'intérieur du tunnel fémoral

***\*La fixation tibiale :***

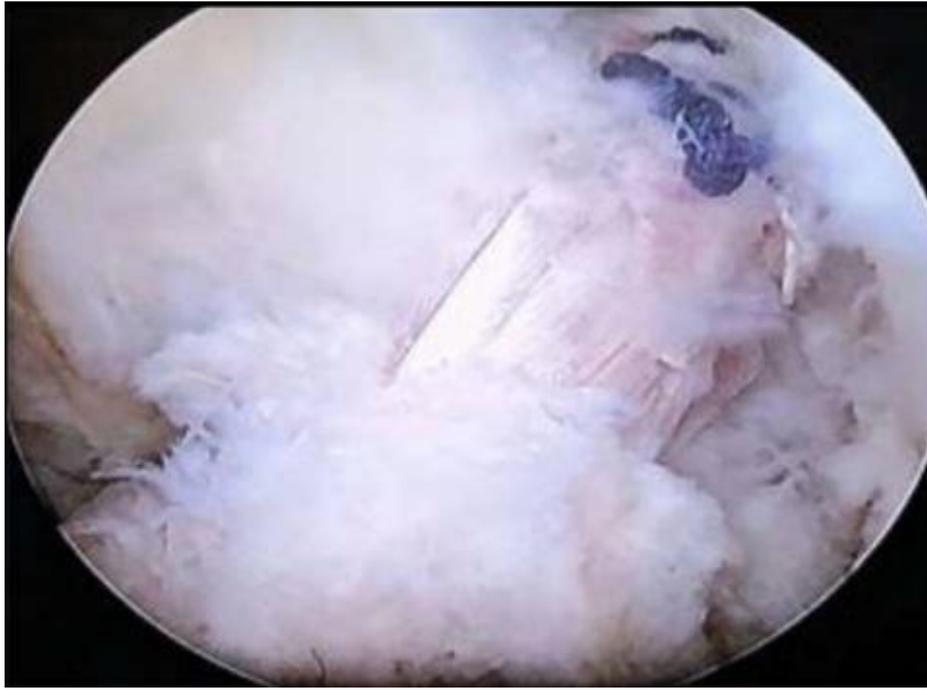
Est réalisée après avoir effectué les vérifications habituelles de tension, d'isométrie, et après avoir contrôlé la présence d'un éventuel avalement du transplant, le genou en extension. Un « cyclage » du transplant (plusieurs cycles de flexions/extensions sont réalisés en tendant le transplant manuellement grâce au fil tracteur tibial) est nécessaire. Ceci permet de contraindre les fibres tendineuses avant la fixation tibiale et de tester la fixation fémorale. par une Fixation proximale par vis

d'interférence, la plus longue possible (jusqu'à 35 mm) est utilisée (la tête de la vis affleure l'orifice cortical, sa pointe sera proche de l'orifice intra-articulaire) pour améliorer la résistance à l'arrachement de la greffe dans le tunnel tibial. Ou une fixation distale par agrafes, elles viennent bloquer les tendons contre l'os à leur sortie des tunnels. Elles peuvent s'associer à une fixation par vis. Elles peuvent aussi servir à l'amarrage d'un fil de traction. En dernier lieu, un contrôle articulaire dynamique est nécessaire pour apprécier le comportement du greffon.



**Figure 71 : Fixation fémorale à l'aide d'une vis d'interférence sous arthroscopie**

[139]



**Figure 72:Vue arthroscopique montrant l'aspect final du transplante DIDT selon le concept du LCA biologique 'Genou gauche' [139]**

**h.La fermeture : [124],[142]**

La fermeture est une étape importante. L'excès de tendon extériorisé par le tunnel tibial est réséqué car le tissu tendineux résiduel va se nécroser et peut être un point d'appel pour une infection. Le fascia superficiel est fermé méticuleusement ainsi que le tissu sous-cutané, pour recouvrir l'orifice du tunnel tibial et limiter les risques de faux kyste dans les mois qui suivent la ligamentoplastie. Le drainage intra-articulaire limite les risques d'hémarthrose et donc d'adhérences ainsi que de complications secondaires et permet de démarrer immédiatement la rééducation.

Cependant on contrôle les saignements sur le site de prélèvement, après lâchage du garrot, et de faire les hémostases nécessaires. Enfin, des radiographies de contrôle sont réalisées en fin d'intervention.

#### 4.4.Lligamentoplastie utilisant le tendon rotulien par arthrotomie : Kenneth Jones :[143],[144]

##### .Description de la technique : [145]

Le principe de l'opération est de réparer le ligament croisé antérieur (LCA) rompu par une autogreffe os tendon os prélevée sur le tendon rotulien. L'intervention est réalisée sous anesthésie locorégionale ou général.

##### .Installation : (Figure 74)

Patient en décubitus dorsal , jambe pensante sur une cal et barre à genou , avec un garrot pneumatique à la racine du membre .



Figure 73:Installation en décubitus dorsal , jambe o-pendante sur une cal avec une barre à genou . [146]

---

**• Voie d'abord antéro-interne :**

L'incision est verticale rectiligne para rotulienne interne. Elle est tracée du bord supérieur de la rotule jusqu'à un point situé à 2 ou 3 cm audessous de la tubérosité tibiale. Elle permet le prélèvement du transplant et la réalisation des gestes intra articulaires. Cette arthrotomie antérointerne peut être élargie à la demande vers le haut entre droit antérieur et vaste interne pour faciliter les gestes intra articulaires.

**• Prélèvement du transplant rotulien libre :**

Un décollement sous-cutané pré rotulien permet d'exposer la face antérieure de la rotule et le tendon rotulien jusqu'à la tubérosité tibiale antérieure. L'aileron externe de la rotule est sectionné sans ouvrir la synoviale, la fine aponévrose pré tendineuse est clivée soigneusement du tendon de dehors en dedans et réclinée. Elle permet en fin d'intervention de recouvrir la zone de prélèvement tendineux. Le tendon rotulien étant isolé, son tiers moyen est séparé sur une largeur de 8 mm et forme donc le néo ligament. Vers le bas une barrette osseuse de 15 à 20 mm de long sur 8 mm de large triangulaire à la coupe est prélevée à l'ostéotome au niveau de la tubérosité tibiale. Cette barrette reste en continuité avec la bandelette du tendon rotulien prélevé. L'ensemble est alors récliné vers le haut afin de disséquer les tissus sous-jacents ; un petit cube osseux de 10 mm sur 10 approximativement est taillé au ciseau frappé et prélevé aux dépens de la pointe de la rotule. Ainsi ce transplant comporte le tiers moyen du tendon rotulien avec un bloc osseux attenant à chacune de ses extrémités. Un fil métallique d'un calibre de 10 à 12 dixièmes est ensuite amarré au niveau de chaque fragment osseux percé au préalable par une fine mèche.

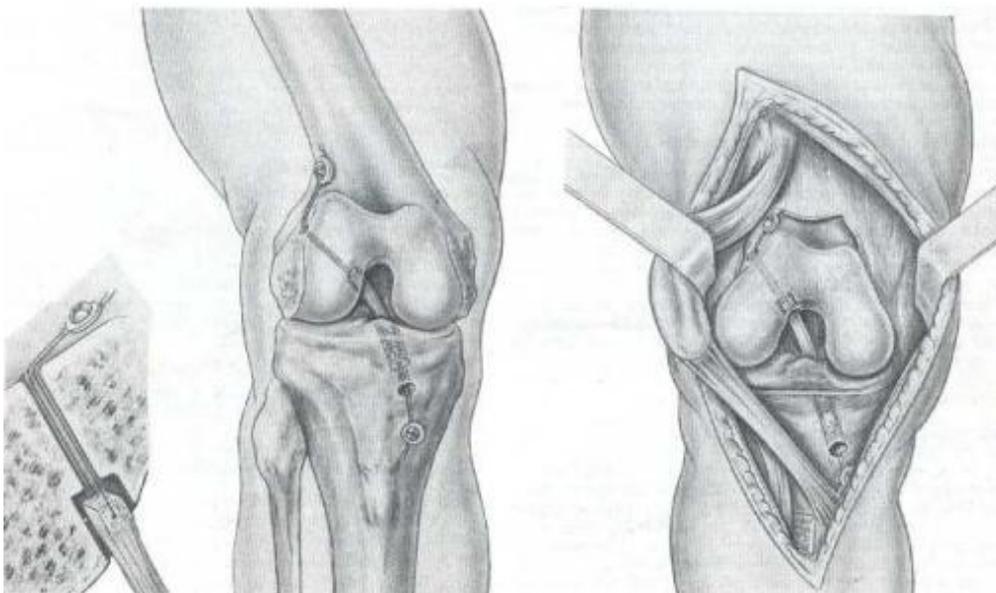
**• Préparation de l'insertion supérieure condylienne du transplant :**

Elle est située sur la face axiale du condyle externe à la fois très haute et très postérieure. Il est utile de se munir d'un palpeur pour repérer la petite crête osseuse horizontale située à la partie postérieure de l'échancrure inter condylienne. Le point

d'insertion du néo ligament se situe en haut et en dehors de cette crête. Une logette osseuse est creusée à ce niveau à la curette tranchante, cette logette doit pouvoir admettre dans sa totalité la pastille osseuse rotulienne .

***•Insertion inférieure tibiale du transplant :***

Elle est en général facilement repérée au niveau de la surface pré spinale au niveau des vestiges résiduels du LCA. Néanmoins le point d'insertion doit être légèrement déplacé en dedans à la limite du cartilage du plateau interne. Il faut se situer à la partie la plus antérieure de l'insertion du ligament environ à 5mm en arrière de la corne antérieure du ménisque interne. Ainsi repérée, l'insertion tibiale est amorcée à la pointe carrée et un tunnel transtibial de 8 mm de diamètre est creusé à partir de l'insertion inférieure du LLI, au ciseau-gouge ou à la mèche. Ce tunnel doit aboutir exactement au niveau de l'insertion tibiale décrite . (Figure 75 )



**Figure 74:Plastie intra-articulaire : KENNETH JONES**

---

**• Mise en place et fixation du transplant :**

Par un abord postéro-externe la région supra condylienne externe du fémur est dégagée. Après avoir récliné le vaste externe et ruginé le périoste, un tunnel transcondylien est foré avec une mèche de 4 mm en s'aidant d'un viseur, pour aboutir dans la logette qui avait été creusée préalablement à la face axiale du condyle externe. Le transplant peut alors être mis en place dans l'échancrure de façon à ce que son fragment osseux rotulien vienne s'encastrent dans cette logette. Les fils métalliques sont mis en tension sur une vis fémorale (vis de MÜLLER avec rondelle) placée au-dessus du condyle externe. L'autre extrémité du transplant est alors passée de haut en bas dans le tunnel tibial et fixée de la même façon par amarrage des fils métalliques sur une vis tibial l'autre fragment osseux étant lui-même encastré dans le tunnel tibial. Le réglage doit être effectué de sorte que le transplant ne soit pas en tension excessive ni en position d'extension à 0° ni en flexion à 90°. Par contre il peut limiter une hyper extension. En pratique il est tendu sur le genou fléchi à 30°, et une extension progressive est effectuée. Si le tendon « n'avale pas » il est fixé dans cette position. S'il « avale » avant d'arriver à la position d'extension, il est alors tendu de telle façon que l'extension complète soit possible.

**• Fermeture de la zone de prélèvement du transplant :**

Elle est effectuée en rapprochant soigneusement l'aponévrose pré tendineuse. Arthrotomie et aileron interne sont suturés par points séparés de fil résorbable. Un drain de Redon est mis en place au niveau de l'incision. Le genou est immobilisé dans une simple attelle baleinée de telle sorte qu'il existe quelques degrés de flexion.

---

## **5. Les suites opératoires :**

La surveillance des constantes vitales classiques, telles que le pouls, la tension artérielle et la température, est essentielle. Il faut également surveiller les drains (Redons) et la plaie chirurgicale. Pour assurer le confort du patient et prévenir les complications, plusieurs mesures sont prises : la gestion de la douleur par l'administration d'antalgiques puissants, la prévention des phlébites par l'instauration d'une héparinothérapie, la surélévation du membre inférieur, l'application de contention élastique et une mobilisation précoce. L'infection est prévenue par une antibiothérapie commencée la veille de l'intervention et poursuivie pendant 48 heures après. Le genou est immobilisé après l'opération à l'aide d'une attelle. Enfin, la rééducation fonctionnelle, qui joue un rôle clé dans la prise en charge des ruptures du LCA, est généralement entamée dans les 24 heures suivant l'intervention.

## **6. Rééducation : (Annexe 2)**

### ***\*Objectif de rééducation :***

- Conserver ou augmenter la mobilité articulaire et tissulaire.
- Orienter et renforcer la cicatrisation des tissus.
- Récupérer, maintenir et améliorer la force musculaire du membre inférieur.
- Entretenir et améliorer la mobilité des articulations sus-jacentes et sous-jacentes.
- Obtenir un bon appui proprioceptif, d'abord statique puis dynamique.
- Prévenir le déconditionnement du membre controlatéral.

- 
- Reprendre les activités physiques et sportives.

### **a. Rééducation en phase aigue :**

Le patient au réveil présent souvent deux drains de Redon qu'il garde au maximum 48 heures. Un bandage compressif est ensuite mis en place ;

une attelle amovible peut être prescrite.

Le patient se lève dès le lendemain de l'intervention, et la rééducation est alors commencée. L'appui complet est autorisé immédiatement sous couvert de 2 cannes anglaises et de l'attelle de protection.

La kinésithérapie s'attache à récupérer la mobilité en extension et en flexion (0 à 90° d'après), le verrouillage du genou ainsi que la marche avec l'attelle et des cannes anglaises.

### **b. Rééducation secondaire :**

Cette phase est destinée à retrouver une vie quotidienne normale (marche, montée et descente des escaliers, et conduite automobile). Elle a pour objectifs la reprise de la marche sans aide, l'obtention d'un genou indolore, d'une extension complète et d'une flexion active supérieure à 120° (le travail d'extension est stoppé quand l'extension à 0° est acquise).

Les aides de marche sont supprimées dès qu'un bon contrôle du genou debout est obtenu (30 à 45 jours postopératoires).

Un programme d'exercices à domicile et de reprise progressive d'activités sportives non contraignantes pour le genou (natation puis bicyclette) est expliqué au patient.

La phase de rééducation musculaire et proprioceptive se déroule entre 4 et 6 mois, à raison d'au moins deux séances de kinésithérapie par semaine. Cette phase

---

permet une récupération maximale des amplitudes, de la force et de la stabilité du genou. Parallèlement, la course à pied est reprise.

La phase de réadaptation sportive s'étend de 6 mois à 1 an. Elle permet la reprise progressive des sports en ligne puis du sport antérieur à l'entraînement et enfin en compétition.

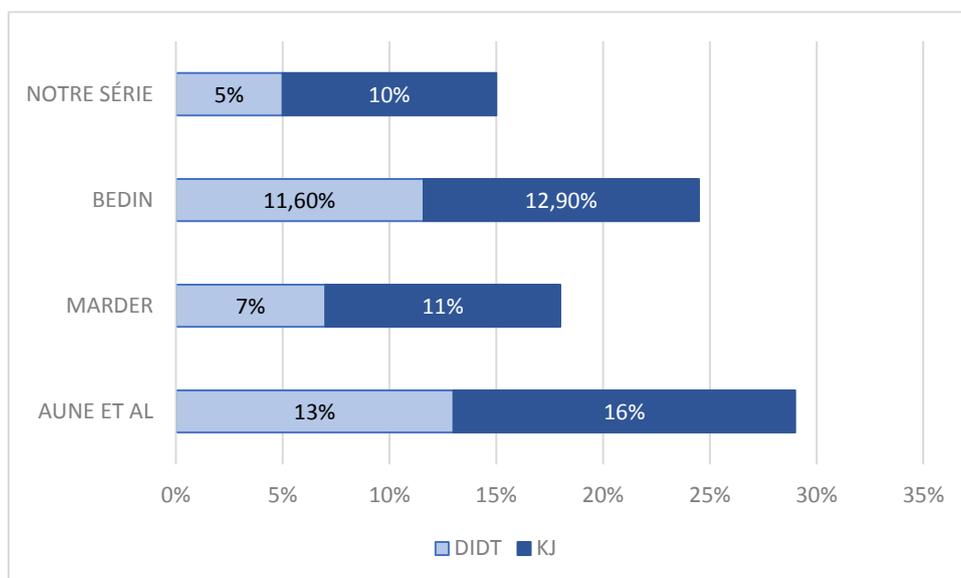
## **VI.Evaluation clinique post opératoire :**

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

#### 1.1. La douleur résiduelle :

Bien que la douleur résiduelle fémoropatellaire ait une incidence faible, elle demeure un problème fréquemment mentionné dans de nombreuses études, indépendamment de la technique utilisée. Dans notre série, la douleur résiduelle n'a été observée que chez 15 % des patients, un taux similaire à celui rapporté par Bedin [147] , Marder [148] et Aune et al [149]. (Graphique15 )

Selon plusieurs auteurs, les douleurs résiduelles étaient significativement moins prononcées dans le groupe DIDT comparé au groupe KJ.



**Graphique 15:la douleur résiduelle fémoropatellaire**

### **1.2. L'instabilité du genou :**

Dans notre série , un patient du groupe DIDT a rapporté une sensation d'instabilité résiduelle du genou soit (2,5%) , ce qui rejoint les résultats de la série de Bedin[147] et de Mossaid [67] . (Tableau 14 )

Dans la série de Katabi[150] , aucun cas d'instabilité n'a été noté .

**Tableau 14:L'instabilité du genou en postopératoire**

<b><u>Séries</u></b>	<b><u>Instabilité</u></b>
<b>Bedin[147]</b>	4,8%
<b>Katabi[150]</b>	0%
<b>Mossaid[67]</b>	5,56%
<b>Notre série</b>	2,5%

## 2.Examen du genou :

### 2.1.Amyotrophie du muscle quadriceps : ( Tableau 15)

L'amyotrophie du quadriceps est un problème majeur après rupture ou reconstruction du LCA . Celle-ci peut être responsable d'une pseudoinstabilité par défaut de verrouillage du quadriceps . La récupération d'une bonne trophicité et tonicité du quadriceps est nécessaire à la reprise sportive .

Nous avons objectivé une amyotrophie du muscle quadriceps homolatéral chez 10% de nos patients dont 2,5% des cas opérés par la technique de DIDT arthroscopique , alors que Mossaid[67] avait noté 50% d'amyotrophie dans sa série , et seulement 16,2% et 11,4% respectivement chez Yacoubi [151] et Bédin [147] pour la même reconstruction aux DIDT.

Concernant le groupe KJ à ciel ouvert , nous avons relevé 7,5% de cas d'amyotrophie du muscle quadriceps homolatéral .

Tableau 15: Amyotrophie du muscle quadriceps

Séries	Technique	Amyotrophie du quadriceps
Zaroual[152]	KJ	6%
Elhassib[81]	KJ	45%
Mossaid[67]	DIDT	50%
Yacoubi[151]	DIDT	16,2%
Bédin[135]	KJ	19,35%
	DIDT	11,4%
Notre série	KJ à ciel ouvert	7,5%
	DIDT arthroscopique	2,5%

L'amyotrophie du muscle quadriceps peut être expliquée par un délai entre traumatisme et chirurgie long, la non observance de la rééducation, et même par la non reprise du sport, d'où l'absence du renforcement musculaire.

## **2.2. Testing ligamentaire du genou :**

Dans notre étude, l'évaluation de la laxité ligamentaire reposait uniquement sur l'examen clinique, sans recours à des tests instrumentaux, ce qui limite la précision de nos résultats et les rend quelque peu subjectifs. Le test du tiroir antérieur ainsi que d'autres tests (Lachman et Ressaut) étaient négatifs chez tous nos patients. (Tableau 16)

Une revue de la littérature révèle que la laxité résiduelle est généralement plus marquée après une plastie DIDT qu'après une plastie KJ .

À un an de suivi, Katabi [153] a observé une laxité résiduelle significativement plus faible dans le groupe KJ ( $2,7 \pm 2,1$  mm) comparé au groupe DIDT ( $4,5 \pm 2,8$  mm). De leur côté, Aglietti et al [154], dans une étude portant sur 60 cas (30 KJ vs 30 DIDT) avec un suivi de deux ans, n'ont noté aucune différence au niveau des scores fonctionnels, mais ont observé une plus grande laxité résiduelle pour les plasties DIDT (4 mm contre 3,4 mm pour les KJ ).

Goldblatt et al [155], dans une méta-analyse basée sur la base de données Medline couvrant la période de 1966 à 2003, ont constaté une laxité résiduelle similaire ( $\leq 3$  mm) pour les deux techniques. Ainsi, le choix de la technique semble pouvoir être individualisé en fonction de chaque patient.

Enfin, Maletis et al [156], dans une étude randomisée menée sur 96 patients avec un suivi de deux ans, ont trouvé des résultats similaires avec une différence de laxité résiduelle de 2,3 mm pour les plasties KJ et de 2,8 mm pour les plasties DIDT.

**Tableau 16:Laxité résiduelle en millimètre des différentes séries à l'arthrométrie**

Série	DIDT	KJ
Katabi	4,5	2,7
Anglietti et al	4	3,4
Maletis	2,8	2,3
Bedin	2,5	1

### **3.Les résultats globaux :**

#### **3.1.La reprise de l'activité sportive :**

Dans notre étude, 92,5 % des patients ont retrouvé leur niveau d'activité sportive préopératoire dont le groupe KJ présente un taux plus élevé et un délai de retour plus court par rapport au DIDT (**Tableau 17**). Les données de la littérature sur le retour à l'activité physique après une ligamentoplastie montrent une variabilité par rapport aux des résultats observés dans notre étude : :

- Holm[157] a rapporté que 43,6 % des patients dans le groupe KJ et 44,8 % dans le groupe DIDT avaient repris leurs activités sportives.

- Pinczewski[158] a observé des taux de reprise de 45,3 % dans le groupe KJ et 56,8 % dans le groupe DIDT.

- Selon Sajovic[159], 72 % des patients du groupe KJ et 81,5 % de ceux du groupe DIDT ont retrouvé leur niveau sportif.

En revanche, dans son étude comparative des trois techniques (IJ, KJ, FL), Bedin[147] n'a pas trouvé de différence significative concernant la reprise sportive, avec des taux de reprise de 87,8 % dans le groupe IJ et de 89,2 % dans les groupes KJ et FL.

**Tableau 17: Pourcentage de reprise d'activité sportive après ligamentoplastie**

Série	DIDT	KJ
HOLM[157]	44,8%	43,6%
Pinczewski[158]	56,8%	45,6%
Sajovic[159]	81,5%	72%
Bedin[147]	87,8%	89,2%
Notre série	90%	95%

**3.2. Le délai moyen de reprise de sport : ( Tableau 18 )**

Après le geste opératoire, la reprise de l'activité sportive doit être progressive surtout pas de reprise de l'entraînement avant 6 mois, et pas de reprise de la compétition avant 8 mois postopératoires. Selon les auteurs, le délai moyen de reprise de sport après une plastie du LCA différerait selon la technique utilisée :

**Tableau 18: Le délai moyen de reprise du sport en mois après une plastie de LCA**

Série	<u>Le délai moyen de reprise du sport en mois</u>	
A.Gerometta et Al DIDT [160]	7,9	
A.Gerometta et Al KJ [161]	9,1	
Marder et al DIDT [148]	10	
Dauty et Al DIDT [105]	9	
Notre série	DIDT	9
	KJ	8,5

Ces auteurs soulignaient que ce délai de reprise dépendait de l'évolution clinique du genou, mais aussi du profil psychologique du patient ainsi de sa motivation au sport, ce qui fait que la prise en charge des patients opérés doit faire intégrer un psychothérapeute expérimenté capable de motiver et redonner confiance aux patients pour une reprise précoce de leurs activités sportives. L'exploration des données psychologiques des patients permettait de mieux comprendre que leur impact pouvait avoir un effet négatif.

### 3.3. Le score de Lysholm et Tegner :

L'échelle de Lysholm et Tegner reste actuellement la plus utilisée. La sensibilité au changement et la pertinence clinique de celle-ci demeurent à préciser, elle a été créée initialement pour le suivi des ligamentoplasties du LCA.[161]

Choary et Poiraudéau jugent cette échelle reproductible et valide à partir d'une analyse de 11 articles retenus.[162]

Dans une revue française, la Société Française d'Arthroscopie a publié en 2015, un article sur le devenir à long terme des ligamentoplasties du ligament croisé antérieur. Le score de Lysholm était utilisé pour l'évaluation postopératoire des ligamentoplasties.

Dans notre série , 65 % des patients ayant subi la technique KJ ont obtenu un score allant de bon à excellent en post opératoire, tandis que 50 % des patients traités par la technique DIDT ont atteint un score similaire, illustrant ainsi une différence notable entre les deux approches.

=> Nos résultats divergent de ceux rapportés dans la littérature. L'analyse des scores de Lysholm après ligamentoplastie du LCA montre que, contrairement aux données existantes, la technique KJ semble offrir un meilleur résultat fonctionnel en raison d'une meilleure stabilité articulaire, malgré l'absence de différence statistiquement significative. ( Tableau 19 )

**Tableau 19:La moyenne du score de Lysholm et Tegner calculée**

Série	DIDT	KJ
Sajovic[159]	95	94
Struewer[163]	90	88
Leys[164]	93	89

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

### **1.Radiographie standard :[165]**

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 [166].

Les études sur la reconstruction du LCA montrent qu'une ACLR anatomique offre de meilleurs résultats cliniques, tandis qu'une reconstruction non anatomique peut entraîner une instabilité persistante. Cependant, la localisation précise de l'empreinte fémorale et le positionnement optimal du tunnel fémoral restent débattus.

La méthode du quadrant, introduite par Bernard et al.[53], est l'une des techniques les plus utilisées pour identifier l'empreinte fémorale du LCA. Elle repose sur une grille appliquée sur la paroi latérale de l'échancrure intercondylienne, en prenant la ligne de Blumensaat comme référence. L'empreinte fémorale présente une forme variable (croissant, ovale, circulaire, triangulaire, etc.), délimitée par la crête

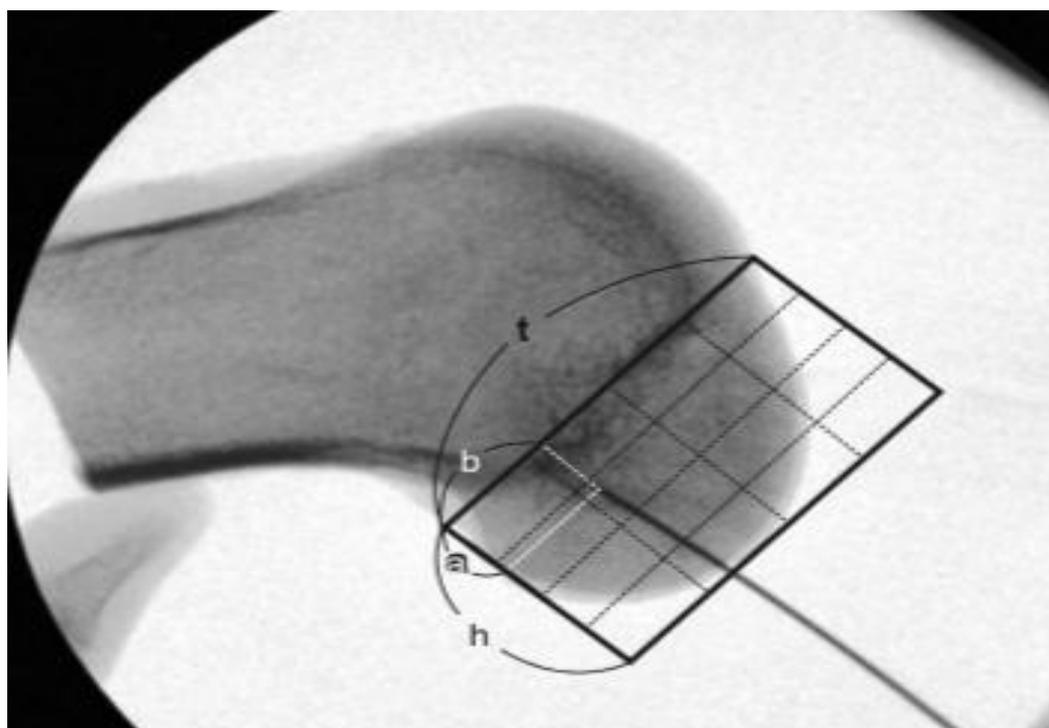
---

intercondylienne latérale (resident's ridge) en avant et le cartilage du condyle fémoral latéral en arrière.

Une étude cadavérique sur 18 genoux coréens[167] (âge moyen 70 ans) a analysé la morphologie du LCA et mesuré la position du centre de son empreinte par la méthode du quadrant. Après dissection, un fil de Kirschner a été inséré au centre et vérifié par amplificateur de brillance. Les résultats montrent un LCA unique et plat (34 mm de long, 9 mm de large) et un centre d'empreinte situé à 29,5 % en direction antérieure et 38,5 % en direction distale par rapport à la ligne de Blumensaat, soit légèrement plus en avant et plus bas que dans les études antérieures.

Le positionnement précis du tunnel fémoral est essentiel pour la stabilité du genou après ACLR. Des tunnels trop verticaux augmentent l'instabilité rotatoire et peuvent entraîner des échecs chirurgicaux. Comparées aux études de Bernard et al. (24,8 % × 28,5 %), Iriuchishima et al. (23,5 % × 39 %) et Forsythe et al.[168] (28,4 % × 44,25 %), ces nouvelles valeurs (29,5 % × 38,5 %) suggèrent une localisation légèrement différente. ( Figure 76 )

En confirmant que le centre de l'empreinte se situe entre la resident's ridge, le bord cartilagineux du condyle fémoral latéral et la ligne de Blumensaat, ce qui permet de proposer un ajustement qui pourrait améliorer la planification chirurgicale et optimiser le placement du tunnel fémoral pour une ACLR plus anatomique.



**Figure 75: Méthode du quadrant telle que décrite par Bernard et al). t : distance sagittale totale du condyle fémoral latéral le long de la ligne de Blumensaat, h : hauteur de l'échancrure intercondylienne, a : distance du centre de l'empreinte du ligament croisé antérieur (LCA) par rapport au contour sous-chondral le plus profond, b : distance du centre de l'empreinte du LCA par rapport à la ligne de Blumensaat.[165]**

## **2. TDM postopératoire :**

L'évaluation du positionnement des tunnels a été réalisée par reconstruction 3D en tomodensitométrie, méthode la plus précise. Les radiographies standard, bien que courantes, présentent des limites, notamment en raison de la complexité anatomique de l'échancrure intercondylienne. Un mauvais positionnement des tunnels, impliqué dans jusqu'à 80 % des échecs techniques, reste une erreur fréquente en reconstruction du LCA. Les reconstructions 3D offrent une meilleure visualisation des repères osseux

---

et montrent une corrélation fiable avec les mesures anatomiques, améliorant ainsi l'évaluation du positionnement fémoral.

Plusieurs méthodes de mesure du positionnement des tunnels fémoral et tibial ont été développées et validées. Parmi les erreurs les plus fréquentes, la malposition du tunnel fémoral représente la cause principale d'échec, responsable de 70 à 80 % des problèmes liés à la technique chirurgicale. Le défaut de positionnement le plus courant est un abouchement trop antérieur du tunnel fémoral (**Figure 77**), ce qui peut entraîner un conflit entre le greffon et l'échancrure, provoquant une raideur en extension et un défaut d'extension du genou. Ce type de malposition est souvent associé aux techniques de tunnels transtibiaux, qui doivent être évitées en raison de ce conflit.



**Figure 76: Identification du tunnel fémoral par un scanner avec reconstruction 3D (A à D) . Le tunnel fémoral est trop antérieur, pouvant entraîner un conflit avec l'échancrure.[169]**

D'autres malpositions du tunnel fémoral incluent des tunnels trop distaux, qui peuvent entraîner une raideur en flexion, ou trop postérieurs (Figure 78) , ce qui crée une laxité résiduelle en flexion ou un greffon trop contraint en extension. Des ruptures de la corticale postérieure ont également été rapportées dans de tels cas.[169]



**Figure 77: Identification du tunnel fémoral par un scanner avec reconstruction 3D .**  
**Le tunnel fémoral est trop postérieur , avec un risque de rupture de la corticale**  
**postérieure et un excès de tension en extension .[169]**

Magnussen et al.[170] ont proposé une méthode d'évaluation du positionnement du tunnel fémoral, facile à réaliser et reproductible. Cette analyse scanographique est particulièrement utile en postopératoire, permettant d'évaluer le positionnement des tunnels fémoral et tibial après une reconstruction du LCA (Figure 79) . Des études ont montré que la réalisation de TDM postopératoires permettait aux équipes chirurgicales d'améliorer de manière significative la précision du positionnement des tunnels, notamment au niveau du tunnel fémoral.

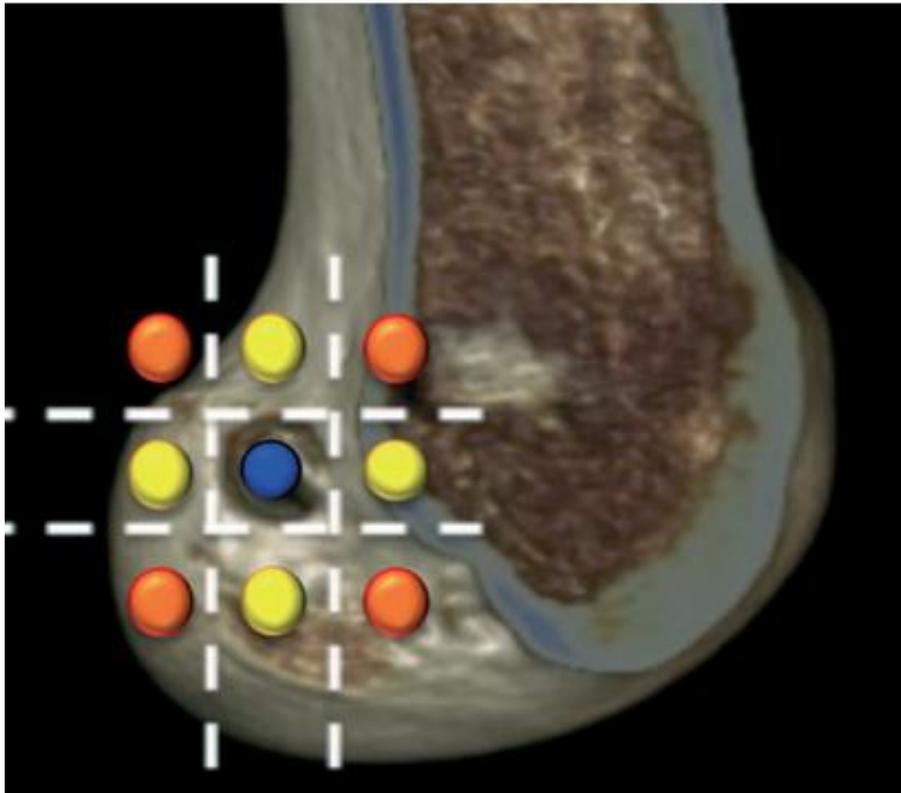


Figure 78:Technique de Magnussen et al. pour analyser le positionnement intra-articulaire du tunnel fémoral sur une reconstruction 3D du fémur avec une coupe passant par l'échancrure et montrant le condyle externe. Le point bleu correspond au positionnement optimal pour le tunnel fémoral. Les points jaunes représentent les tunnels avec une erreur de positionnement dans un axe sur deux. Les points orange représentent des tunnels avec une erreur dans les deux axes. [170]

Le positionnement idéal du tunnel fémoral (Figure 80 ) se trouve au niveau de la coupe où l'échancrure prend la forme d'une arche romane. En coupe sagittale, l'abouchement du tunnel fémoral doit se situer entre la crête intercondylienne latérale (resident ridge) et le début de la surface cartilagineuse postérieure.



**Figure 79:Identification du tunnel fémoral par un scanner 3D retrouvant un positionnement satisfaisant du tunnel fémoral intra-articulaire, entre la crête intercondylienne latérale (resident ridge) et le début de la surface cartilagineuse postérieure (A à D).[171]**

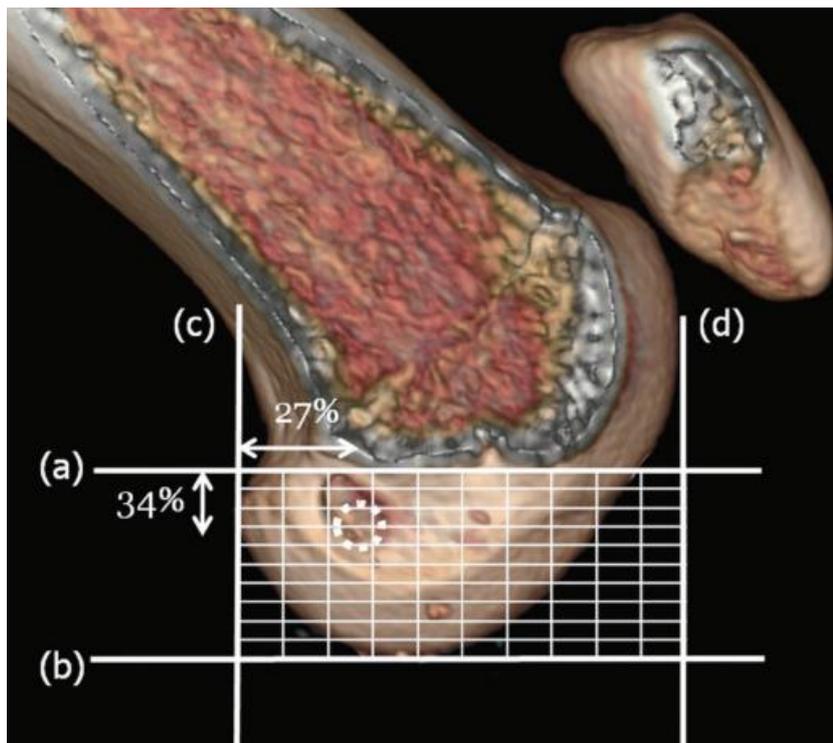
Dans la reconstruction anatomique du LCA en monocorde, la ligne fémorale et la grille de Bernard et Hertel[53] sont couramment utilisées comme repères radiographiques pour déterminer l'emplacement des tunnels dans la diaphyse fémorale distale .

C'est la même méthode que nous avons utilisée basée sur une grille, le positionnement optimal dans la direction antéro-postérieure (profondeur) doit respecter un ratio de 24 à 27 %. Pour le positionnement optimal dans la direction cranio-caudale (hauteur), un ratio de 28 à 34 % est proposé (Figure 81) . Un placement trop superficiel est l'erreur de positionnement la plus fréquente du tunnel fémoral.

L'angle mesuré entre une ligne tracée le long de la diaphyse fémorale et l'axe du tunnel fémoral doit être d'environ 39°. Un angle  $\leq 17^\circ$  est associé à une instabilité rotatoire .

Le tunnel doit être placé au niveau du site d'insertion du LCA natif. Un positionnement correct du tunnel est essentiel pour obtenir un résultat clinique optimal, quelle que soit la technique utilisée

Enfin, l'utilisation de la TDM, et plus particulièrement des reconstructions 3D, est essentielle pour optimiser le positionnement des tunnels et minimiser les risques de complications après une reconstruction du LCA.



**Figure 80:La position normale du tunnel fémoral en utilisant la grille de Bernard et Hertel , a (Ligne de Blumensaat :tangente au toit de l'échancrure ) , b (Parallèle à la ligne de Blumensaat et tangente au bord inférieur du condyle ) , c (Perpendiculaire à la ligne de Blumensaat , à l'intersection avec la limite profonde du condyle fémoral latéral ) , d ( perpendiculaire à la ligne de Blumensaat , à l'intersection avec la limite superficielle du condyle fémoral latéral)[53]**

---

### **3.IRM postopératoire :**

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) peut être utile pour visualiser la persistance du greffon et les lésions associées, notamment méniscales, mais c'est surtout la TDM qui s'avère être l'examen de choix .

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 .

## **VIII.Complications : [1 72]**

### **1. Peropératoires :**

Les incidents peropératoires décrits essentiellement dans la littérature sont :

- La fracture de la rotule qui reste l'incident le plus fréquemment retrouvé, son incidence dans la littérature est de 0.23% à 2.3%.

-La fracture du mur postérieur du fémur.

-La rupture du transplant.

-Les complications vasculaires

### **2. En post-opératoire immédiat :**

#### **a. Hématome :**

Une hémarthrose peut se former suite à un saignement intra-articulaire postopératoire.

En fonction de son importance, une évacuation par ponction peut être nécessaire.

Cliniquement, le patient se présente avec un genou qui est augmenté de volume et douloureux dans un contexte apyrétique (absence de signes infectieux). Cette complication peut être liée au saignement osseux après forage des tunnels ou au débridement articulaire.

### **b. Arthrite septique :**

Dès que l'on ouvre une articulation, le risque d'y introduire un germe existe. Ce risque est cependant exceptionnel, d'où l'intérêt d'une antibiothérapie prophylactique débutée la veille de l'intervention et surtout d'une préparation de la peau avant l'opération. L'infection peut se traduire par une élévation de la température, un écoulement purulent ou un gonflement de l'articulation avec douleur, d'où l'intérêt d'une surveillance rapprochée clinique et biologique.

L'infection nosocomiale après une ligamentoplastie arthroscopique est une complication peu fréquente que l'on évalue de 0,5% à 1% dans la littérature.

### **c. La phlébite et l'embolie pulmonaire :**

Ce risque thromboembolique est intimement lié à l'état du patient d'une part (plus de 40 ans, obésité, tabagisme, contraception orale, etc.) et d'autre part au déroulement de l'opération (durée opératoire supérieure à 60 minutes). Après toute chirurgie du membre inférieur, les troubles thromboemboliques (TBE) constituent un risque potentiel, mais faible. Une prévention efficace est assurée par l'injection quotidienne d'anticoagulants jusqu'à reprise de la marche normale.

## **3. Complications tardives :**

### **a. Raideur :**

La raideur du genou touche 6 % à 30 % des patients selon les auteurs. Même minime ; il entraîne une gêne importante pour le patient. Le déficit de mobilité peut concerner soit l'extension, soit la flexion ou être mixte. Il est important d'en rechercher la cause (mécanique, inflammatoire ou infectieuse).

• *La limitation isolée de l'extension ou flessum* : La récupération de l'extension complète dans les suites opératoires est importante et doit être la plus précoce

---

possible. Parmi les causes mécaniques responsables du flessum, il y a le syndrome du cyclope et un tunnel tibial trop antérieur.

• ***La limitation isolée de la flexion*** : qui est souvent mieux tolérée que le flessum. Elle est due à un défaut de rééducation ou un tunnel fémoral trop antérieur avec une greffe verticale courte. Dans le cas d'une malposition du tunnel fémoral avec une raideur fixée de la flexion, souvent ne dépassant pas les 90°, l'évolution peut se faire vers la rupture spontanée de la greffe, l'amélioration de la mobilité ou la récurrence de l'instabilité.

• ***La limitation combinée de la flexion et de l'extension*** : en dehors de l'algodystrophie, une malposition des tunnels est fréquemment associée, ces raideurs mixtes seraient favorisées par des adhérences postopératoires le plus souvent sur une ligamentoplastie réalisée en urgence après le traumatisme.

->La prise en charge consiste à entreprendre une rééducation qui est efficace et parfois aidée par une mobilisation sous anesthésie ou une arthrolyse arthroscopique afin de libérer les adhérences.

Ainsi, Le meilleur traitement est préventif, par la réalisation une technique chirurgicale rigoureuse minutieuse et exigeante (tunnels bien positionnés, nettoyage des reliquats du LCA et des osseux) est importante.

#### **b. L'algodystrophie :**

Il s'agit d'une complication imprévisible qui est due à un dérèglement des systèmes neurovégétatifs qui régulent la douleur. Elle se traduit par des douleurs permanentes mais volontiers nocturnes. Le genou est alors chaud, rouge et gonflé et l'on constate une stagnation voire une régression dans la récupération des mobilités.

Le diagnostic est essentiellement clinique, dont les symptômes sont : douleurs, raideur, troubles vasomoteurs (rougeur et chaleur), troubles sudoraux et

---

hypersensibilité. Les radiographies peuvent objectiver un aspect moucheté de l'os avec déminéralisation.

Le traitement par calcitonine est mis en route sans attendre les résultats de l'imagerie (radiographie, voire scintigraphie).

### **c. Le syndrome du cyclope**

A été décrit en 1990 par Jackson comme un nodule fibreux en regard du bord latéral du tunnel tibial empêchant l'extension active. Le diagnostic doit être évoqué devant une perte d'extension et devant toute douleur antérieure, surtout si elle est exacerbée par l'extension forcée et confirmé par l'IRM. Le traitement consiste en une résection arthroscopique du nodule associé parfois à une plastie de l'échancrure.

### **d. Déficits musculaires :**

Le déficit des ischiojambiers est d'autant plus marqué que le transplant a été prélevé aux dépens de la patte-d'oie. Progressivement, les déficits se réduisent, parallèlement à la reprise d'activités physiques puis sportives. Dans le cas d'une greffe par DIDT, la récupération du quadriceps et des ischiojambiers est subtotale (90 %) à 1 an.

• *L'amyotrophie du quadriceps* : Il s'agit d'une problématique majeure après rupture ou reconstruction du LCA, pouvant être responsable d'une pseudo-instabilité par défaut de verrouillage du quadriceps.

La récupération de bonne trophicité et tonicité du quadriceps est nécessaire à la reprise sportive.

La rééducation en travail excentrique semble être plus efficace que le travail concentrique.

Cette rééducation doit être assidue à raison de 2 ou 3 séances/semaine durant 6 à 10 mois afin de récupérer une bonne fonction du quadriceps.

---

**e. Echec et rupture de la greffe :**

La revascularisation du transplant peut échouer aboutissant à sa mort et ainsi à la récurrence de l'instabilité du genou.

Une greffe réussie peut-être exposée à une autre rupture lors d'un nouveau traumatisme après reprise du sport. Cette situation pose le problème du nouveau site du néo ligament.

**IX.Prévention :**

La prévention de la rupture du ligament croisé antérieur (LCA) repose sur une approche multimodale, combinant des stratégies éducatives, des exercices de renforcement musculaire et des techniques de proprioception. Des programmes ciblés visant à améliorer la stabilité du genou, en particulier en renforçant les muscles autour de l'articulation, ont montré une efficacité significative. L'intégration d'exercices spécifiques, comme les sauts contrôlés, les changements de direction rapides et l'amélioration de l'équilibre, permet de réduire les risques de blessure en optimisant la gestion des forces exercées sur le LCA. De plus, l'éducation des athlètes et des entraîneurs sur les mécanismes de la blessure et l'importance des bonnes pratiques sportives, telles que le contrôle du mouvement lors de l'atterrissage ou des pivots, joue un rôle essentiel dans la prévention de la rupture du LCA.

# CONCLUSION

Le ligament croisé antérieur (LCA) joue un rôle essentiel dans la mécanique du genou, en assurant sa stabilité sur une large gamme de mouvements. Une lésion du LCA provoque une instabilité du genou, rendant difficile le retour à l'activité précédente et modifiant la cinématique articulaire, en raison de l'adaptation des autres structures du genou pour compenser l'absence du LCA, comme l'ont montré Berchuck et Andriacchi [162].

Bien que cette adaptation, principalement musculaire, puisse permettre un certain rééquilibrage, elle peut aussi, à long terme, provoquer des lésions dégénératives du ménisque et du cartilage, comme le souligne l'étude de Dunn et al. [173], ce qui justifie souvent une reconstruction chirurgicale.

Plusieurs techniques chirurgicales ont été proposées pour la réparation du LCA; deux d'entre elles sont actuellement les plus couramment pratiquées : la technique DIDT et la technique de KJ.

Les avantages de la technique DIDT, que nous utilisons dans notre institution, résident dans l'utilisation d'un greffon solide offrant une fixation optimale, ainsi que dans le respect de l'appareil extenseur, ce qui permet une rééducation précoce et réduit ainsi les risques de complications secondaires liées au prélèvement du greffon.

Selon la littérature, la reconstruction du LCA par la technique de KJ (TP) assure une meilleure stabilité du genou. Toutefois, les douleurs résiduelles sont moins fréquentes dans le groupe DIDT.

Dans notre série de cas, les résultats étaient globalement satisfaisants en termes de stabilité et de morbidité postopératoire, comme l'indiquent les évaluations cliniques et les scores fonctionnels de Lysholm et Tegner. Les résultats démontrent que l'utilisation de cette technique permet non seulement de contrôler la laxité

---

articulaire, mais aussi de maintenir un faible taux de morbidité. Cependant, étant donné la durée limitée de notre suivi, une étude à plus long terme et avec un plus grand nombre de patients est nécessaire pour confirmer ces conclusions.

# RÉSUMÉS

## RÉSUMÉ

**Titre :** La position des tunnels fémoraux sans le cadre de ligamentoplastie du LCA sous arthroscopie .

**Rapporteur :** Pr CHERRAD Taoufik

**Auteur :** SALIMANE Nour El Houda

**Mots-clés :** Ligament croisé antérieur - Ligamentoplastie - Méthode DIDT - Arthroscopie .

Le ligament croisé antérieur (LCA) joue un rôle crucial dans la stabilité du genou, notamment lors des mouvements de rotation. Ainsi, sa déchirure provoque immédiatement une perte de fonctionnalité de l'articulation. La rupture du LCA est une blessure fréquente, associée à un risque important de morbidité et à la possibilité d'une évolution vers une instabilité chronique du genou. La reconstruction du LCA fait appel à de nombreux transplants et à de nombreuses techniques de ligamentoplastie.

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.

Notre travail est une étude comparative étalée sur une période allant du janvier 2022 au janvier 2024 à propos de 40 cas présentant une rupture du LCA (50% traités par la technique KJ à ciel ouvert et 50% traités par la technique DIDT sous arthroscopie au sein de l'Hôpital Militaire de Moulay Ismail de Meknès. L'objectif de cette mise au point est de comparer le positionnement des tunnels fémoraux chez les deux groupe et d'évaluer les résultats cliniques du traitement

---

chirurgical des ruptures du LCA selon la technique DIDT sous arthroscopie et les comparer avec la technique KJ à ciel ouvert .

Il ressort de cette étude que la majeure partie de nos patients se situe dans la tranche d'âge comprise entre 20 et 30 ans soit 57,5% des cas.

La prédominance masculine était nette avec 87,5% des cas, le côté droit est le plus atteint 72%.

En ce qui concerne l'étiologie, les accidents de sport ont été les plus représentés avec un pourcentage de 75% des cas.

Le diagnostic est basé surtout sur l'examen clinique et l'IRM qui a été réalisée chez tous nos patients et qui constitue la technique 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. Elle a montré une rupture complète dans 100% des cas . Concernant les lésions associées, l'atteinte du ménisque interne était la plus fréquente avec pourcentage de 25% des cas.

## **ABSTRACT**

**Title :** The position of the femoral tunnels in the context of arthroscopic ACL reconstruction.

**Protractor :** Pr CHERRAD Taoufik

**Author :** SALIMANE Nour El Houda

**Keywords :** Anterior Cruciate Ligament – Ligamentoplasty – DIDT Method – Arthroscopy .

The anterior cruciate ligament (ACL) plays a crucial role in knee stability, particularly during rotational movements. A tear results in an immediate loss of joint function. ACL rupture is a common injury associated with a significant risk of morbidity and the potential for chronic knee instability.

ACL reconstruction involves a variety of grafts and ligament reconstruction techniques. Accurate placement of tibial and femoral tunnels, assessed by preoperative radiographs in the anteroposterior and lateral planes, is crucial for successful ACL surgery. This radiographic assessment of proper tunnel placement is essential for achieving optimal functional and clinical outcomes. Our study is a comparative analysis conducted between January 2022 and January 2024, involving 40 cases of ACL rupture. Fifty percent of patients were treated with the open KJ technique, and 50% were treated with arthroscopic DIDT at the Moulay Ismail Military Hospital in Meknes.

The objective of this study was to compare the femoral tunnel placement between the two groups and to evaluate the clinical outcomes of surgical treatment of ACL ruptures using the arthroscopic DIDT technique compared to the open KJ technique. Results showed that the majority of our patients were aged between 20 and 30 years, representing 57.5% of cases. There was a clear male predominance, with

---

87.5% of cases, and the right side was the most affected, with 72%. Regarding etiology, sports accidents were the most common, accounting for 75% of cases.

The diagnosis was primarily based on clinical examination and MRI, which was performed on all patients. MRI is the gold standard for confirming a suspected ACL tear and for detecting associated injuries that may alter the treatment plan. A complete tear was found in 100% of cases. Regarding associated injuries, medial meniscus tears were the most common, occurring in 25% of cases.

## المخلص

**عنوان:** مقارنة موضع النفق الفخذي في تقنيات جراحة الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار

**المشرف :** الأستاذ شراد توفيق

**المؤلفة :** نورالهدى سليمان

**كلمات البحث :** إعادة بناء الرباط - الرباط الصليبي الأمامي - تقنية أوتار العضلة نصف الوترية و العضلة نصف الغشائية. -  
منظار المفصل

يلعب الرباط الصليبي الأمامي دوراً حيوياً في استقرار الركبة، خاصة أثناء الحركات الدورانية. يؤدي تمزقه إلى فقدان فوري لوظيفة المفصل. يعتبر تمزق الرباط الصليبي الأمامي إصابة شائعة ترتبط بارتفاع خطر الإصابة ومخاطر التطور إلى عدم استقرار مزمن في الركبة

تعتمد جراحة إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي على العديد من التقنيات الجراحية تضمن دقة تحديد موضع النفق الشظوي والفخذي عن طريق تقييم الأشعة السينية للركبة من الأمام والجانب نجاح جراحة الرباط الصليبي الأمامي. هذا التقييم الإشعاعي للموضع الصحيح للنفق ضروري لتحقيق نتائج وظيفية وسريرية جيدة

تعتبر دراستنا مقارنة أجريت خلال الفترة من يناير 2022 إلى يناير 2024 شملت 40 حالة من حالات تمزق الرباط الصليبي في المستشفى العسكري مولاي إسماعيل بمكناس.

يهدف هذا البحث إلى مقارنة موضع النفق الفخذي بين المجموعتين وتقييم النتائج السريرية للعلاج الجراحي لتمزقات الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار ومقارنتها بالتقنية المفتوحة .

أظهرت الدراسة أن معظم مرضانا تتراوح أعمارهم بين 20 و 30 عاماً، أي 57.5% من الحالات.

كانت السيادة الذكورية واضحة بنسبة 87.5% من الحالات، وكان الجانب الأيمن هو الأكثر تضرراً بنسبة 72%.

بالنسبة للأسباب، كانت حوادث الرياضة هي الأكثر شيوعاً بنسبة 75% من الحالات

استند التشخيص بشكل أساسي على الفحص السريري والتصوير بالرنين المغناطيسي الذي أجري لجميع مرضانا وهو يعتبر التقنية المرجعية ليس فقط لتأكيد الشك التشخيصي لتمزق الرباط الصليبي الأمامي ولكن أيضاً للبحث عن الإصابات المصاحبة التي قد تغير خطة العلاج. أظهرت جميع الحالات تمزقاً كاملاً في الرباط الصليبي الأمامي. كانت الإصابة المصاحبة الأكثر شيوعاً هي تمزق الغضروف الهلالي الداخلي بنسبة 25% من الحالات.

# ANNEXES



- 
- Varus rotation interne ▪
  - Hyperextension ▪
  - Contraintes postéro–antérieures sur tibia ▪
  - Non précisé ▪

Autre :

- Gestes faits après traumatisme :

### Signes fonctionnels :

- Douleur : non ▪ oui ▪
- Craquement audible : non ▪ oui ▪
- Impotence fonctionnelles : totale ▪ partielle ▪ absente ▪
- Instabilité articulaire du genou : non ▪ oui ▪
- Autre :

### Examen physique :

Poid :

Taille :

Morphotype : Normo–axé : non ▪ oui ▪

Mobilité active : D+ ▪ D– ▪

Mobilité passible : D+ ▪ D– ▪

Marche : normale ▪ boiterie ▪

Amyotrophie du quadriceps : non ▪ oui ▪

### Examen du genou :

- Genou atteint : droit ▪ gauche ▪
- Déformation du genou : non ▪ oui ▪
- Cicatrice : non ▪ oui ▪

- 
- Epanchement : non ▪ oui ▪
  - Test de Lahman : positif ▪ négatif ▪
  - Ressaut rotatoire antérieur : positif ▪ négatif ▪
  - Mouvement de latéralité interne : non ▪ oui ▪
  - Mouvement de latéralité externe : non ▪ oui ▪
  - Tiroir antérieur : non ▪ oui ▪
  - Tiroir postérieur : non ▪ oui ▪
  - Cri méniscal : non ▪ oui ▪
  - Raideur : non ▪ oui ▪

#### **Radiographie Standard :**

Genou face non  oui

Genou profil : non  oui

- Absence de fracture
- Fracture arrachement osseux au niveau de l'épine tibiale ou du condyle interne ou de la tête du péroné
- Elargissement important de l'interligne articulaire
- Pincement de l'interligne articulaire
- autre :

#### **IRM :**

- Lésion du LCA :

*o Signes direct de rupture du LCA :*

Rupture en pleins corps : non  oui

---

Désinsertion fémorale : non  oui

Désinsertion tibiale : non  oui

Atteinte d'un faisceau : non  oui

Attient d'un ou deux faisceaux non  oui  LCA non visible : non  oui

Tuméfaction œdémateuse de l'échancrure oui non LCA non visible en hypersignal  
mais horizontalisé par rapport à la ligne des plateaux tibiaux non  oui

*o Signes indirect de rupture du LCA :*

-Contusion osseuse : Simple œdème : non  oui

-Fracture sous chondrale ; non  oui

-Signes de tiroir antérieur spontané : non  oui

-Subluxation spontanée du tibia sur le fémur : non  oui

-Corne postérieure du ménisque latéral : non  oui

-Verticalisation s'un ménisque étendu : non  oui

*o Signes associés :*

• Lésion MI : non  oui

• Lésion ME : non  oui

• Lésion LCP : non  oui

• Lésion cartilagineuse : non  oui

• Lésion ostéochondrale : non  oui

• Lésion ligamentaire périphérique : non  oui

### **Geste chirurgical**

Délai accident/intervention :

2ème intervention : non  oui  , pourquoi :      Date :

Antibioprophylaxie non  oui

Type d'anesthésie : anesthésie générale  rachianesthésie

---

o Arthroscopie

Zone d'introduction : largeur :

A l'exploration : Bilan Lésionnel

LCA : non  oui  Type :

LCP : non  oui

Ménisque interne : non  oui

Ménisque externe : non  oui

Cartilage : Chondropathie FTI : non  oui

Chondropathie FTE : non  oui

Chondropathie fémoropatellaire : non  oui

o Transplantant

Préparation :

Zone d'incision : ouverture de la patte d'oie dans sa partie supérieure :

Type de stripper utilisé : ouvert  fermé

Mise en tension du tendon : non  oui

Longueur du prélèvement en cm :      cm

Suture des extrémités du greffon : non  oui

Usage d'un gabarit du calibrage pour le griffon : non  oui

Tunnel osseux : Usage d'un viseur  broche à fileter

Mèche de diamètre : fixe progressivement  croissant

Tunnel tibial : Point d'entrée :                      Direction de la broche :

Tunnel fémoral : tibial-dépendant : non  oui

Conversion à ciel ouvert : non  oui

Fixation du greffon : Fixation tibiale  Fixation fémorale

o Soins et thérapies postopératoires :

Durée d'hospitalisation en jours :

---

Glaçage : non                       oui

Anticoagulants : non                       oui

Antibiotique : non                       oui

Antalgique : non                       oui

AINS : non                       oui

Utilisation d'une attelle post opératoire : non                       oui

Articulée : non                       oui

Autre traitement à l'hospitalisation :

**Rééducation postopératoire :**

Délai post opératoire en jours : type :                      Durée :                      Séances :

**Complications :**

o Complication au cours du geste :

Bris de matériels                       Lésions vasculaires                       Lésions nerveuses

Lésions des ligaments périphériques                       Lésions cartilagineuses

Autres :

o Complications post op :

Infection                       Hématome                       Thromboembolique

Douleur EVA :                      L'hydarthrose                       rupture itérative

**Examen post op**

Durée de repos :

Douleur post op : non                       oui                       Degré de la douleur EVA :

Traitement pour la douleur : non                       oui                       lequel :

Sensation d'instabilité : non                       oui

---

### Examen du genou

Cicatrice  Déformation du genou  Epanchement

Amyotrophie : non  oui  si oui quel muscle :

Raideur : non  oui  degré :

Présence d'un flessum : non  oui  combien :

test de Lachman : positive  négative

ressaut rotatoire antérieur=Jerk test : positive  négative

Mouvement de latéralité interne : non  oui

Mouvement de tiroir antérieur : non  oui

Cri méniscal : non  oui

### Score de Lysholm et Tegner

## **Annexe 2 :**

### **Protocole de rééducation après plastie du ligament croisé**

#### **antérieur du genou :**

##### **Objectifs :**

- Protéger le transplantant greffé des contraintes excessives lors de sa phase d'intégration.
- Entretenir et récupérer les amplitudes articulaires et la trophicité musculaire.
- Préparer la reprise de la marche, des activités physiques et sportives.

##### **Premières semaines (sortie à J21) :**

- Cryothérapie
- Récupération de l'extension active et contractions isométriques du quadriceps. •  
Pas d'hyperextension.
- Mobilisation de la rotule.
- Flexion passive, sans forcer, dans les limites des douleurs.
- Marche avec appui non limité (total) protégé par des cannes les premiers jours,  
(avec contractions isométriques du quadriceps).
- Arrêt des cannes après obtention d'un verrouillage du genou satisfaisant. (15jours  
à 1 mois)
- Pas de travail des ischiojambiers en concentrique contre résistance avant  
6 semaine.

##### **De J21 à J60 :**

- Cryothérapie.

- 
- L'objectif de la rééducation est l'obtention d'une mobilité allant de l'extension complète à une flexion supérieure à 90°, sans manœuvre douloureuse.
  - Récupération progressive des amplitudes par postures.
  - Travail de la flexion en passif doux, puis en actif assisté.
  - Bicyclette strictement sans résistance, uniquement pour travailler la flexion et l'extension.
  - Balnéothérapie éventuelle, physiothérapie.
  - Mobilisation de la rotule, massage de la cicatrice.
  - Renforcement musculaire progressif :
    - > Du quadriceps : travail statique intermittent sans charge. si douleurs de l'appareil extenseur apparaissent, arrêter le travail du quadriceps.
    - > Des ischiojambiers : travail dynamique sur petite amplitude.
  - A3 semaines, début du travail proprioceptif en chaîne cinétique fermée.
  - Après 6 semaines, reprise progressive du travail dynamique en chaîne fermée du membre inférieur ainsi que de la proprioception statique.
  - NB : si douleur à la face postérieure de la cuisse lors d'une contraction des IJ repositionnement probable du moignon musculaire de semi-tendineux -> arrêt temporaire de travail des IJ.

### De J60à5mois :

- Reprise de la natation (sauf la brasse) à partir du 2ème mois.
- Bicyclette sans aucune résistance, s'il s'agit d'une bicyclette de rééducation : on cherche simplement une amélioration de la flexion.
- Continuer le travail identique du quadriceps et des IJ.
- Proprioception sur plan stable avec appui monopodal. Pas de travail sur plateau ni trampoline.

- Reprise des activités sans pivot ni contact : jogging (à 3mois test isocinétique cybex satisfaisant).

### **A partir de 6mois PO :**

- Adaptation du renforcement musculaire en fonction des résultats isocinétique (Cybex).
- Reprise de l'entraînement à 4mois.
- Reprise de la compétition à5-6mois

## Annexe 3 :

### Score de Lysholm et Tegner

<p><b><u>Instabilité :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Jamais de dérobement = 25</li> <li>•En exercice , rarement = 20</li> <li>•En exercice ; fréquemment = 15</li> <li>•Occasionnel , vie courante = 10</li> <li>•Souvent , vie courante = 5</li> <li>•A chaque pas = 0</li> </ul>	<p><b><u>Douleur :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Jamais = 25</li> <li>•En exercice , modérée = 20</li> <li>•En exercice , importante = 15</li> <li>•Marche &gt; 2km , importante = 10</li> <li>•Marche &lt; 2km , importante = 5</li> <li>•Constante = 0</li> </ul>
<p><b><u>Blocage :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Jamais = 15</li> <li>•Accrochage sans blocage = 10</li> <li>•Blocage occasionnel = 6</li> <li>•Blocage fréquent = 2</li> <li>•Blocage aigu à l'examen = 0</li> </ul>	<p><b><u>Gonflement :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Jamais = 10</li> <li>•Lors d'exercices intenses = 6</li> <li>•Lors d'une activité courante = 2</li> <li>•Constante = 0</li> </ul>
<p><b><u>Escaliers :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Pas de gêne = 10</li> <li>•Léger handicap = 6</li> <li>•Une marche à la fois = 2</li> <li>•Impossible = 0</li> </ul>	<p><b><u>Accroupissement :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Pas de gêne = 5</li> <li>•Léger handicap = 4</li> <li>•Pas plus de 90° = 2</li> <li>•Impossible = 0</li> </ul>
<p><b><u>Boiterie :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Aucune = 5</li> <li>•Modérée ou occasionnelle = 3</li> <li>•Sévère et constante = 0</li> </ul>	<p><b><u>Canne :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Jamais = 5</li> <li>•En permanence = 2</li> <li>•Station debout impossible = 0</li> </ul>

SCORE LYSHOLM = TOTAL :            0 à 64 points = MAUVAIS  
     65 à 83 points = MOYEN  
     84 à 100 points = BON / EXCELLENT

# BIBLIOGRAPHIE

- 
- [1] Fox JA, Nedeff DD, Bach BR, Spindler KP. Anterior cruciate ligament reconstruction with patellar autograft tendon. *Clin Orthop Relat Res* 2002;53-63. <https://doi.org/10.1097/00003086-200209000-00006>.
- [2] Cahiers d'anatomie. Vol. 9. Membres – Librairie Mollat Bordeaux. n.d.
- [3] Lazennec JY, Trabelsi R. [Practical aspects of knee anatomy]. *Rev Prat* 1998;48:1755-8.
- [4] 18-Le-genou-.pdf n.d.
- [5] Scapinelli R. Blood supply of the human patella. Its relation to ischaemic necrosis after fracture. *J Bone Joint Surg Br* 1967;49:563-70.
- [6] Müller W. Le genou: Anatomie, biomécanique et reconstruction ligamentaire. Springer Berlin Heidelberg; 1994.
- [7] Anatomie du genou : os, cartilage, muscles, tendons, ménisques, nerfs. Clinique Parisienne de la Hanche et du Genou n.d. <https://www.chirurgie-hanche-genou.fr/anatomie-genou/> (accessed October 17, 2024).
- [8] ROUVIERE H. Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle. Masson Tome 3 1997. n.d.
- [9] KAMINA P. Précis d'anatomie clinique tome 1. Maloine Paris 1995. n.d.
- [10] Bicer EK, Lustig S, Servien E, Selmi TAS, Neyret P. Current knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:1075-84. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0993-8>.
- [11] Petersen, W. And B. Tillmann, [Anatomy And function of the anterior cruciate ligament]. *Orthopade*, 2002. 31(8): p. 710---8. n.d.
- [12] Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res* 1983:19-25.

---

[13] Symptômes et diagnostic de la rupture du LCA à Paris | Dr Paillard. Dr Philippe Paillard n.d. <https://www.chirurgie-orthopedique-paris.com/pathologies/rupture-ligament-croise-anterieur/> (accessed October 17, 2024).

[14] Colombet P, Robinson J, Christel P, Franceschi J-P, Djian P, Bellier G, et al. Morphology of anterior cruciate ligament attachments for anatomic reconstruction: a cadaveric dissection and radiographic study. *Arthroscopy* 2006;22:984-92. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2006.04.102>.

[15] Christel P, Sahasrabudhe A, Basdekis G. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with anatomic aimers. *Arthroscopy* 2008;24:1146-51. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2008.06.020>.

[16] Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res* 1975:216-31. <https://doi.org/10.1097/00003086-197501000-00033>.

[17] Hefzy MS, Grood ES. Sensitivity of insertion locations on length patterns of anterior cruciate ligament fibers. *J Biomech Eng* 1986;108:73-82. <https://doi.org/10.1115/1.3138583>.

[18]

<file:///Users/tsgk/Desktop/photos%20soutenance/LCA%20principe%20de%20reconstruction.pdf> n.d.

[19] Livre LB. Chirurgie du ligament croisé antérieur du genou, La lésion du lca – Jean-Henri Jaeger, François Bonnel – Sauramps médical. n.d.

[20] Purnell ML, Larson AI, Clancy W. Anterior cruciate ligament insertions on the tibia and femur and their relationships to critical bony landmarks using high-resolution volume-rendering computed tomography. *Am J Sports Med* 2008;36:2083-90. <https://doi.org/10.1177/0363546508319896>.

- 
- [21] <http://wd.fmpm.uca.ma/biblio/theses/annee-hm/FT/2022/these125-22.pdf>. n.d.
- [22] Christel P, Sahasrabudhe A, Basdekis G. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with anatomic aimers. *Arthroscopy* 2008;24:1146-51. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2008.06.020>.
- [23] Ho JY, Gardiner A, Shah V, Steiner ME. Equal kinematics between central anatomic single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Arthroscopy* 2009;25:464-72. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.02.013>.
- [24] P. CHAMBA La rupture du LCA Conférences d'enseignement 2012, Elsevier Masson n.d.
- [25] Kummer BYM. Funktionelle Anatomie der Kreuzbaender. *Arthroskopie*. 1988 ;1 :2-10. n.d.
- [26] Scapinelli R. Vascular anatomy of the human cruciate ligaments and surrounding structures. *Clin Anat* 1997;10:151-62. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2353\(1997\)10:3<151::AID-CA1>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2353(1997)10:3<151::AID-CA1>3.0.CO;2-X).
- [27] Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14:204-13. <https://doi.org/10.1007/s00167-005-0679-9>.
- [28] Arnoczky SP. Blood supply to the anterior cruciate ligament and supporting structures. *Orthop Clin North Am* 1985;16:15-28.
- [29] Petersen W, Tillmann B. Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anat Embryol (Berl)* 1999;200:325-34. <https://doi.org/10.1007/s004290050283>.
- [30] Shim SS, Leung G. Blood supply of the knee joint. A microangiographic study in children and adults. *Clin Orthop Relat Res* 1986:119-25.

---

[31] Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. Clin Orthop Relat Res 1975:216–31. <https://doi.org/10.1097/00003086-197501000-00033>.

[32] P. CHAMBA La rupture du LCA Conférences d'enseignement 2012, Elsevier Masson n.d.

[33] Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. Clin Orthop Relat Res 1975:216–31. <https://doi.org/10.1097/00003086-197501000-00033>.

[34] Shoemaker Sc, Markolf KI Effects of joint load on the stiffness and laxity of ligament-deficient knees: an in vitro study of the anterior cruciate and medial collateral ligaments. Bone joint surg 67a:136–46,1985. n.d.

[35] J.-Y. JENNY, N. ROBIAL, Y. DIESINGE Reconstruction du ligament croisé antérieur: principe Genou, 87: 863–874. n.d.

[36] 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. n.d.

[37] Kapandji. Physiologie articulaire du genou .Physiologie articulaire. Paris,MALOINE, 1980, 74–157.) n.d.

[38] Woo SL, Hollis JM, Adams DJ, et al. Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex. The effects of specimen age and orientation. Am J Sports Med 1991 ; 19(3): 217–25. n.d.

[39] Cabaud H. Biomechanics of anterior cruciate ligament. Clin Orthop 1983 ; 172 : 26– 31. n.d.

[40] Fischer SP, Fox JM, Del Pizzo W, Friedman MJ, Synder SJ, Ferkel RD. Accuracy of diagnoses from magnetic resonance imaging of the knee. A multi-center analysis of one thousand and fourteen patients. J Bone Joint Surg Am 1991 ;73 :2–10. n.d.

- [41] Oei EHG, Nikken JJ, Verstijnen ACM, Ginai AZ, Myriam Hunink MG. MR imaging of the menisci and cruciate ligaments : a systematic review. *Radiology* 2003 ;226 :837–48. n.d.
- [42] Crawford R, Walley G, Bridgman S, Maffulli N. Magnetic resonance imaging versus arthroscopy in the diagnosis of knee pathology, concentrating on meniscal lesions and ACL tears : a systematic review. *Br Med Bull* 2007 ;84 :5–23. n.d.
- [43] IRM du genou et rupture du ligament croisé antérieur – Chirurgie du sport Paris. *Chirurgie du Sport – Paris* n.d. <https://www.chirurgiedusport.com/nos-specialites/irm-et-rupture-du-ligament-croise-anterieur-lca/> (accessed January 6, 2025).
- [44] Schulz MS, Russe K, Lampakis G, Strobel MJ. Reliability of stress radiography for evaluation of posterior knee laxity. *Am J Sports Med* 2005 ; 33 :502–6. n.d.
- [45] Garavaglia G, Lubbeke A, Dubois-Ferrière V , Suva D, Fritschy D, Menetrey J. Accuracy of stress radiography techniques in grading isolated and combined posterior knee injuries : a cadaveric study. *Am J Sports Med* 2007 ;35 :2051–6. n.d.
- [46] PH., Peetrons. Echographie du genou. In: Sintzoff Sed. *Imagerie du genou*. Paris : Masson, 1989 :86–94. n.d.
- [47] Tardieu M, Brasseur JL, Richard O et al. Intérêt de l'échographie du genou. *JEMU* 1995 ; 19 : 94–101. n.d.
- [48] Palm H-G, Bergenthal G, Ehry P, Schwarz W, Schmidt R, Friemert B. Functional ultrasonography in the diagnosis of acute anterior cruciate ligament injuries : a field study. *Knee* 2009 ;16 :441–6 n.d.
- [49] Kalke RJ, Di Primio GA, Schweitzer ME. MR and CT arthrography of the knee. *Semin Musculoskelet Radiol* 2012 ;16 :57–68. n.d.

- 
- [50] De Filippo M, Bertellini A, Pogliacomì F, Sverzellati N, Corradi D, Garlaschi G, et al. Multidetector computed tomography arthrography of the knee: diagnostic accuracy and indications. *Eur J Radiol* 2009 ;70 :342–51. n.d.
- [51] Vande Berg BC, Lecouvet FE, Poilvache P, Dubuc J–E, Maldague B, Malghem J. Anterior cruciate ligament tears and associated meniscal lesions : assessment at dual–detector spiral CT arthrography. *Radiology* 2002 ;223 :403–9. n.d.
- [52] Siebold R, Fu FH. Assessment and augmentation of symptomatic anteromedial or posterolateral bundle tears of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 2008 ;24 :1289–98. n.d.
- [53] Bernard M, Hertel P, Hornung H, Cierpinski T. Femoral insertion of the ACL: radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg.* 1997;10:14–21. n.d.
- [54] file:///Users/tsgk/Desktop/references%201.pdf n.d.
- [55] file:///Users/tsgk/Desktop/refe%202.pdf n.d.
- [56] file:///Users/tsgk/Desktop/refe%203.pdf n.d.
- [57] file:///Users/tsgk/Desktop/ref%204.pdf n.d.
- [58] Wajsfisz DA. Rupture partielle ou complète du ligament croisé antérieur : IRM du genou. Clinique du Genou Paris – Dr Wajsfisz 2022. <https://genou-clinique.fr/actualites/rupture-partielle-ou-complete-du-ligament-croise-anterieur-irm-du-genou/> (accessed October 20, 2024).
- [59] Rupture du Ligament Croisé Antérieur. Docteur Bruno Lévy n.d. <https://docteurbrunolevy.com/chirurgie/rupture-du-ligament-croise-anterieur/> (accessed October 20, 2024).
- [60] DUPONT S, GOUGEON F, CORDONNIER D, COTTEN A. Genou : Ligaments croisés. Imagerie musculo–squelettique : pathologie locorégionale. Elsevier Masson 2008 ;668–88. n.d.

- [61] VAHEY TN, HUNT JE, SHELBOURNE KD. Anterior translocation of the tibia at MR imaging : a secondary sign of anterior cruciate ligament tear. Radiology 1993 ; 187(3) : 817–819. n.d.
- [62] Rupture partielle du ligament croisé antérieur à Marseille : Faut il me faire opérer? n.d. <https://www.cmco.pro/details-rupture+partielle+du+ligament+croise+anterieur+a+marseille+faut+il+me+faire+operer-146.html> (accessed October 20, 2024).
- [63] S. LUSTIG, E. SERVIEN, S. PARRATTE, G. DEMEY, P. NEYRE Lésions ligamentaires récentes du genou de l'adult EMC – Appareil locomoteur ; Volume 8 / n°1 / Pages 1–17 / janvier 2013. n.d.
- [64] Texier, C. Hulet, Y. Acquitter, E. Tallier, S. Jambou. Reconstruction du ligament croisé antérieur après 40 ans à propos de 41 cas. Rco 2002;88:149–156. n.d.
- [65] Boire F. Etude des plasties du ligament croisé antérieur Thèse de médecine de Mali 2005 . n.d.
- [66] 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. n.d.
- [67] Mr. Abderrahim MOSSAID, Résultats cliniques du traitement de l'instabilité antérieure chronique du genou par ligamentoplastie utilisant la technique du droit interne demi tendineux sous arthroscopie Année 2016 Thèse N° 115 UNIVERSITE CADI AYYAD FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIEMARRAKECH. n.d.
- [68] 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. n.d.

---

[69] By Sebastian Kopf, MD, Brian Forsythe, MD, Andrew K. Wong, BA, Scott Tashman. PhD, William Änderst, MS, James |. Irrgiing, PT, PhD, ATC, FAPTA, and Freddie H. Fu, MD, DSc(Hon), DPs(Hon) Nonanatomic Tunnel Position in Traditional Transtibial SingleBundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Evaluated by Three-Dimensional Computed Tomography. n.d.

[70] 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 List Joints* v.4(1); Jan-Mar 2016 24. n.d.

[71] Ilahiane M et Al. La reconstruction sous arthroscopie du ligament croise antérieur selon la technique mono faisceau TLS. Thèse de médecine N° 17, faculté de médecine et de pharmacie Fès 2016 n.d.

[72] Panisset, J.-C., Duraffour, H., Vasconcelos, W., Colombet, P., Javois, C., Potel, J.-F., et al. Analyses clinique, radiologique et arthroscopique de la rupture du LCA. Étude prospective de 418 cas. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*, 94(8), 362-368. (2008). n.d.

[73] Sigonney, G., Klouche, S., Chevance, V., Bauer, T., Rousselin, B., Judet, O., et al. Facteurs de risque de translation antérieure spontanée passive du genou à l'IRM dans les ruptures complètes du ligament croisé antérieur. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, 106(3), 233-237. (2020). n.d.

[74] Mathieu VAYSSE-VIC, Reconstruction du ligament croisé antérieur par greffe courte au semi-tendineux: Revue d'une série de 54 patients, Université de Limoges, 2016. n.d.

[75] Costa. H, Loovoet. L, Himmer. O. Plasties mixtes intra et extra articulaires du genou pour lésions chroniques du LCA. Résultats à moyen terme. Indications. *Acta orthopedia belgica* Volume 58-1-1992. n.d.

---

[76] Pierre, A. Hulet, C. Schiltz, D. Les lésions méniscales laissées en place lors de la ligamentoplastie du LCA. ÉTUDE rétrospective à propos de 86 genoux. Département d'Orthopédie-Traumatologie CHU de CAEN. n.d.

[77] 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. n.d.

[78] Le LCA du genou: différents mécanismes de rupture. CM2S 2010. <http://cm2s.over-blog.com/article-le-lca-du-genou-differents-mecanismes-de-rupture-49354245.html> (accessed October 24, 2024).

[79]. J. Rodineau, les mécanismes de rupture du ligament croisé antérieur, Journal de Traumatologie du Sport (2014) 31, 149—152 n.d.

[80] 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. n.d.

[81] El Hassib J et al. Résultats des ligamentoplasties (LCA) du genou au CHU Mohammed VI. Thèse de médecine, N° 42, faculté de médecine et de pharmacie Marrakech 2008. n.d.

[82] Lahboub et Al. Les résultats fonctionnels du traitement chirurgical du LCA selon la technique de Kenneth Jones. A propos de 30 cas. Thèse de médecine, faculté de médecine et de pharmacie Fès 2013. n.d.

[83] Boeree Wr, Ackroyd Ce. Assessment of the menisci and cruciate ligaments: an audit of clinical practice. Injury, 1991;22,291-4. n.d.

[84] 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. n.d.

- 
- [85] Donaldson Wf, Warren Rf, Wickiewicz T. A comparison of acute anterior cruciate examinations. Am j sports med, 1985: 13, 5–9. n.d.
- [86] 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 n.d.
- [87] Rouvillain J-L., Dib C, Catonne Y, Delattre O. Sensibilité et spécificité des signes cliniques pour le diagnostic des ruptures du LCA. taumatol sport, 1996:13,188–91. n.d.
- [88] G. Bressy, S. Lustig, P. Neyret, E. Servien Instabilités du genou EMC – Appareil locomoteur 1 Volume 10 > n°4 > octobre 2015 n.d.
- [89] Lerat J L, Moyen B, Brunet E, Pierrier J P, Jeuny J Y, Mainetti E, Mesure des laxités antérieures du genou par radiographie dynamique et par l’arthromètre KT 1000. Journées lyonnaises de chirurgie du genou et de traumatologie du sport, Lyon, France, 3–4 mars 1989.1–4p. n.d.
- [90] HERON CW, CLAVERT PT. Three dimensional gradient echo MR imaging of the knee. Comparaison with arthroscopy in 100 patients. Radiology 1992 ; 183 : 839–844. n.d.
- [91] 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 n.d.
- [92] Reconstruction du ligament croisé antérieur par transplant os–tendon rotulien–os. Evaluation de 79 cas; facteurs pronostiques Revue de chirurgie orthopédique 1997; 83, 505–514 n.d.
- [93] Nizard R. Rupture du ligament croisé antérieur. Revue du praticien 1996 ;46:2276–228 n.d.
- [94] Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture : a metaanalysis. J Orthop Sports Phys Ther 2006 ; 36 : 267–88 n.d.

- [95] Lee Jk, Yao L, Phelps Ct, Wirth Cr, Czajka J, Lozman J. Anterior Cruciate ligament tears: MRI imaging compared with arthroscopy And clinical tests. Radiology 1988;166:861–4. n.d.
- [96] Ha Tp, Li Kc, Beaulieu Cf, Bergman G, Ch'en ly, 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. n.d.
- [97] 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. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2004;12:217— 24 n.d.
- [98] Ruptures du ligament croisé antérieur du genou Paris Tunisie 2016. <https://www.orthokassab.com/ligament-croise-anterieur-du-genou-paris-tunisie/> (accessed January 6, 2025).
- [99] Mme. Younes Fatima Zahra. « la reconstruction du ligament croisé antérieur sous arthroscopie par la technique droit interne et demi tendineux didt Expérience du service de Traumatologie–orthopédie à l'hôpital militaire Moulay Ismail Thèse N° 055/23 Université sidi mohamed benabdellah de Fès faculté de médecine et de pharmacie de Fès. n.d.
- [100] D. Guenouna, Le Corroller A, Z. Amousa, V. Paulya, A. Sbihi B, P. Champsaura. Apport de l'IRM dans le diagnostic des ruptures Traumatiques du ligament croisé antérieur 2012. Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle (2012) 93, 357—367.(23) n.d.
- [101] 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. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2004;12:217—24 n.d.

- [102] Harner CD, Marks PH, Fu FH. Anterior cruciate ligament reconstruction : endoscopic versus twoincisions Technique. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 503–512. n.d.
- [103] Mahfoud .M . Traite de traumatologie fractures et luxations des membres tome ii : Membre inferieur. 2006. n.d.
- [104] Shelbourne KD, Klootwyk TE, Wilckens JH, De Carlo M. Ligament stability two to six years after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft and participation in accelerated rehabilitation program. *Am J Sports Med* 23:575–9, 1995 n.d.
- [105] Dauty M, Le Brun J, Huguet D, Paumier S, Dubois C, Letenneur J. Return to Pivot-contact sports after anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon or hamstring autografts. *Rev chir orthop reparatrice appar mot* 2008;94:552–60. n.d.
- [106] Ligamentoplastie LCA sous arthroscopie en ambulatoire. Institut Audomarois de Chirurgie Orthopédique et du Sport n.d. <https://www.iacos.fr/ligamentoplastie-lca/> (accessed November 24, 2024).
- [107] Vahey TN, Broome DR, Kayes KJ, Shelbourne KD. Acute and chronic tears of the ACL : the differential features at MRI. *Radiology* 1991 ; 181 : 251–3. n.d.
- [108] F. Khiami, E. Rolland, Y. Catonné. Évolution des techniques chirurgicales dans la reconstruction des ruptures du LCA. *Le ligament croisé antérieur : de la rupture à l'arthrose* 2012, Pages 101–106. n.d.
- [109] Traitement des ruptures du ligament croisé antérieur n.d. <https://www.genou.com/LCAtrait-indications.htm> (accessed January 23, 2025).
- [110] Mr. Mouhamadou Lamine Cissé Rupture du ligament croisé antérieur (LCA) Ligamentoplastie selon la technique de Kenneth Jones (KJ) A propos de 21 cas Thèse de médecine n°259 UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, FACULTE DE MEDECINE DE PHARMACIE ET D'ODONTOLOGIE 2017. n.d.

---

[111] 6Mme. Younes Fatima Zahra. « la reconstruction du ligament croisé antérieur sous arthroscopie par la technique droit interne et demi tendineux didt Expérience du service de Traumatologie–orthopédie à l’hôpital militaire Moulay Ismail Thèse N° 055/23 Université sidi mohamed benabdellah de Fès faculté de médecine et de pharmacie de Fès n.d.

[112] CHAMBAT P. Reconstruction du ligament croisé antérieur : autogreffe, allogreffe ou ligament artificiel. Conférence d’enseignement présentée au congrès international d’arthroscopie à Barcelone le 23 juillet 1992. n.d.

[113] JC Imbert F Kelberine Traitement chirurgical des lésions du ligament croisé antérieur Encyclopédie Médico–Chirurgicale 44–791. n.d.

[114] Harner CD, Marks PH, Fu FH. Anterior cruciate ligament reconstruction : endoscopic versus twoincisions Technique. Arthroscopy1994 ; 10 : 503–512. n.d.

[115] Paessler HH. Neue Operationsmethod zur anatomiegerechten Rekonstruktion des vorderenKreuzbands mit der Petellarsehne. Arthroscopie1997 ; 10 : 250– 255. n.d.

[116] Raab DJ, Fischer DA, Smith JP. Comparison of arthoscopic and open reconstruction of the anterior cruciate ligament : early results. Am J Sports Med 1993 ; 21 : 680–681. n.d.

[117] alterneo. Ligament croisé antérieur. UCORS Saint–Nazaire Chirurgie orthopédique 2020. <https://chirurgieorthopedie-ucors.fr/ligament-croise-anterieur/> (accessed November 24, 2024).

[118] 6 causes d’échec de la chirurgie du ligament croisé antérieur (LCA) – À Lire n.d. <https://www.paperblog.fr/7823989/6-causes-d-echec-de-la-chirurgie-du-ligament-croise-anterieur-lca/> (accessed November 24, 2024).

---

[119] Mlle. Soumaya JELLAL « Les résultats cliniques du traitement chirurgical du LCA selon la technique DIDT sous arthroscopie THÈSE N023 », faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech. n.d.

[120] – Dunn WR, Lyman S, Lincoln AE, Amoroso PJ, Wickiewicz TL, Marx RG. The effect of ACL reconstruction on the risk of knee re-injury: An outcome study of 6567 cases. *Am J Sports Med* 32:1906–1914, 2004. n.d.

[121] Shelbourne KD, Rettig AC, Hardin G, Nakagawa S. Miniarthrotomy versus arthroscopic assisted anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 72–75. n.d.

[122] Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Kannus P, Kaplan M, Samani J, Renstrom P. Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bonepatellar-tendonbone grafts with two-strand hamstring grafts. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg* 84A:1503–13, 2002 n.d.

[123] Aglietti P, Buzzi R, Zaccherotti G, DeBiase P, Indelicato P. « Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 22:211–219. n.d.

[124] Frank ASuites à court terme des reconstructions du LCA. *Ann SFA* n° 4 :1994 ; 93– 99. n.d.

[125] Williams RJ 3rd, Hyman J, Petrigliano F, Rozental T, Wickiewicz TL. Anterior cruciate ligament reconstruction with a four-strand hamstring tendon autograft. n.d.

[126] Beasley LS et al. Anterior cruciate ligament reconstruction: A literature review of the anatomic, biomechanics, surgical consideration and clinical outcomes. *Oper Tech Orthop* 15:5–19, 2005. n.d.

[127] J.-Y. Jenny, N. Robial, Y. Diesinger Reconstruction du ligament croisé antérieur : principes Extrait du Livre Arthroscopie Jean-François Potel – Christophe Hulet, Page 863. n.d.

---

[128] Khalfayan EE, Sharkey PF, Alexander AH, Bruckner JD, Bynum EB. The relationship between tunnel placement and clinical results after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 24 :335–341, 1996 n.d.

[129] C. Hulet, B. Lebel, P. Colombet, V. Pineau, B. Locker. Traitement chirurgical des lésions du ligament croisé antérieur. EMC 2011 n.d.

[130] Hulet C, Lebel B, Burdin G, Regeasse A, Galaud B, Locker B, et al. Méta-analyse comparant le tendon rotulien et les tendons de la patte d'oie dans le traitement des laxités antérieures chroniques. *Rev Chir Orthop* 2005 ;91(suppl6) : S149. n.d.

[131] Hefzy MS, Grood ES. Sensitivity of insertion locations on length patterns of anterior cruciate ligament fibers. *J Biomech Eng* 108 :73–82, 1986. n.d.

[132] Ligamentoplastie du ligament croisé antérieur selon DIDT TLS ou DT4 TLS. *Chirurgie du Sport – Paris* n.d. <https://www.chirurgiedusport.com/nos-specialites/ligamentoplastie-du-ligament-croise-anterieur-lca-selon-la-technique-didt-tls-ou-dt4-tls/> (accessed December 23, 2024).

[133] Thibaut Noailles, Cécile Toanen, Loïc Geffroy, Ronny Lopes, Alexandre Hardy, Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Ligament Reconstruction With Pedicular Hamstrings Tendon Graft, Single-Strand Gracilis for ALL and Single Blind Femoral Tunnel, *Arthroscopy Techniques*, Volume 12, Issue 7, 2023 Pages e1145–e1154 n.d.

[134] Surgical technique of anterior cruciate ligament ligamentoplasty with pedicular hamstrings via an inside-out approach: BIOFAST hamstring tendons graft Elena Lang\*, Alexandre Hardy , Olimpia Tufis , Olivier Grimaud , Antoine Gerometta , Yoann Bohu , Nicolas Lefevre , Alain Meyer n.d.

[135] Surgical technique of anterior cruciate ligament ligamentoplasty with pedicular hamstrings via an inside-out approach: BIOFAST hamstring tendons graft Elena

---

Lang\*, Alexandre Hardy , Olimpia Tufis , Olivier Grimaud , Antoine Gerometta , Yoann Bohu , Nicolas Lefevre , Alain Meyer n.d.

[136] Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Preservation: The Single Anteromedial Bundle Biological Augmentation (SAMBBA) Technique Bertrand Sonnery-Cottet, M.D., Benjamin Freychet, M.D., Colin G. Murphy, M.D., Barbara H. B. Pupim, M.D., and Mathieu Thaunat, M.D. n.d.

[137] Paessler H. Revisionseingriffe nach vorderer Kreuzbandoperation und neuerlicher Instabilität: Ursachenanalyse und taktische Vorgehen. Hefte Unfallchirurg 268 :447–450, 1997. n.d.

[138] M.-L. Louis, A. Sbihi, J.-P. Franceschi, T. Cucurulo Reconstruction du ligament croisé antérieur par autogreffe aux ischiojambiers Extrait du Livre Arthroscopie Jean-François Potel – Christophe Hulet, Page 884. n.d.

[139] Chambat P, Verdot FX. Reconstruction du ligament croisé antérieur avec un tunnel fémoral de dehors en dedans. In : Frank A, Dorfmann H, editors. Arthroscopie. Paris: Société française d'arthroscopie-Elsevier;2006. p. 139–42 n.d.

[140] Paessler H. Revisionseingriffe nach vorderer Kreuzbandoperation und neuerlicher Instabilität: Ursachenanalyse und taktische Vorgehen. Hefte Unfallchirurg 268 :447–450, 1997. n.d.

[141] Shelbourne KD, Klootwyk TE, Wilckens JH, De Carlo M. Ligament stability two to six years after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft and participation in accelerated rehabilitation program. Am J Sports Med 23 :575–9, 1995 n.d.

[142] didt n.d. <http://www.genou.com/didt/didt.htm> (accessed January 23, 2025).

[143] JONES K. G. Reconstruction of the anterior cruciate ligament: a technique using the central one third of the patellar ligament. A follow-up report. J. Bone Joint surg. 1963, 45, 5, 925–932p n.d.

---

[144] JONES K. G. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the Jones procedure and its Guy's hospital modification J. Bone Joint surg. , 1968, 50 A, 1213–1224p n.d.

[145] [https://indexmedicus.afro.who.int/iah/fulltext/Thesis\\_Bamako/05M08.PDF](https://indexmedicus.afro.who.int/iah/fulltext/Thesis_Bamako/05M08.PDF)  
n.d.

[146] [http://cdim.fmp-usmba.ac.ma/e\\_theses/5-13.pdf](http://cdim.fmp-usmba.ac.ma/e_theses/5-13.pdf). n.d.

[147] B.Bedin. Evaluation de la reconstruction du ligament croisé antérieur selon 3 techniques : fascia lata, ischio-jambiers, tendon patellaire. Université de Limoges faculté de médecine 2010 n.d.

[148] Marder RA, Raskind JR, Carroll M. Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus semi-tendinosus and gracilis tendons. Am J Sports Med 1991;19:478–84. n.d.

[149] Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Steen H. Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon–bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized study with two-year follow-up. Am J Sports Med 2001;29:722–8. n.d.

[150] Katabi and All. Anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon auto graft versus four-strand hamstring tendon auto grafts. A comparative study at one year follow-up. Revue de chirurgie orthopédique, 2002,88,139–148, Masson, Paris,2002. n.d.

[151] Yacoubi.H. La ligamentoplastie du LCA selon la technique DIDT. Thèse Faculté de médecine de Rabat 2019. n.d.

[152] Zaroual.M. Ligamentoplastie du ligament croisé antérieur du genou par transplant du tendon rotulien (A propos de 100 cas, colligés à l'HMA de Marrakech CHU Med VI) Thèse de médecine .Faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech 2010. n.d.

---

[153] M.Katabi and Al. Anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon auto graft versus four-strand hamstring tendon auto grafts. A comparative study at one year follow-up. *Revue de chirurgie orthopédique*, 2002,88,139-148, Masson, Paris,2002. n.d.

[154] 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-A10:2143-55. n.d.

[155] GOLDBLATT JP, FITZSIMMONS SE, BALK E, et al. Reconstruction of the anterior cruciate ligament: meta-analysis of patellar tendon versus hamstring tendon autograft. *Arthroscopy* 2005 ; 21 : 791- 803. n.d.

[156] MALETIS GB, CAMERON SL, TENGAN JJ, BURCHETTE RJ. A prospective randomized study of anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of patellar tendon and quadruplestrand semitendinosus/gracilis tendons fixed with bioabsorbable interference screws. *Am J Sports Med* 2007;35-3:384-94. n.d.

[157] Holm I., Oiestad B.E., Risberg M.A., And Aune A.K. No difference in knee function or prevalence of osteoarthritis after reconstruction of the anterior cruciate ligament with 4-strand hamstring autograft versus patellar tendon-boneautograft: a randomized study with 10-year follow-up. *Am J Sports Med* 2010; 38: pp. 448-454. n.d.

[158] Pinczewski L.A., Lyman J., Salmon L.J., Et Al. 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: pp. 564-574. n.d.

[159] Sajovic M., Strahovnik A., Dernovsek M.Z., And Skaza K. Quality of life and clinical outcome comparison of semitendinosus and gracilis tendon versuspatellar

---

tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction: an 11-year follow-up of a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2011; 39: pp. 2161–2169. n.d.

[160] Geromettaa, F. Khiamia, C. Lutz, N. Lefevrea, S. Hermana, P. Thoreuxa, Y. Bohua, F. Dubranac, J. Girard, B. Ayoub, F. Fazilleau C Reprise du sport après ligamentoplastie du ligament croisé antérieur chez 239 sportifs *Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique* 101S (2015) e1–e38. n.d.

[161] Geromettaa, F. Khiamia, C. Lutz, N. Lefevrea, S. Hermana, P. Thoreuxa, Y. Bohua, F. Dubranac, J. Girard, B. Ayoub, F. Fazilleau C Reprise du sport après ligamentoplastie du ligament croisé antérieur chez 239 sportifs *Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique* 101S (2015) e1–e38 n.d.

[162] Dauty M, Le Brun J, Huguet D, Paumier S, Dubois C, Letenneur J. Return to Pivot-contact sports after anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon hamstring autografts. *Rev chir orthop reparatrice appar mot* 2008;94:552–60 n.d.

[163] Struwer J., Ziring E., Frangen T.M., Et Al. Clinical outcome and prevalence of osteoarthritis after isolated anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring graft: follow-up after two and ten years. *Int Orthop* 2013; 37: pp. 271–277. n.d.

[164] Leys T., Salmon L., Waller A., Et Al. Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med* 2012; 40: pp. 595–605. n.d.

[165] Kim Y-M, Joo Y-B, Lee K-Y, Hwang S-J. Femoral Footprint for Anatomical Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Cadaveric Study. *Knee Surg Relat Res* 2018;30:128–32. <https://doi.org/10.5792/ksrr.17.057>.

[166] Mlle. Soumaya JELLAL « Les résultats cliniques du traitement chirurgical du LCA selon la technique DIDT sous arthroscopie THÈSE N023 », faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech. n.d.

---

[167] file:///Users/tsgk/Downloads/Femoral%20Footprint%20for%20Anatomical.pdf  
n.d.

[168] Forsythe B, Kopf S, Wong AK, Martins CA, Anderst W, Tashman S, Fu FH. The location of femoral and tibial tunnels in anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction analyzed by three-dimensional computed tomography models. J Bone Joint Surg Am. 2010;92:1418–26. n.d.

[169] file:///Users/tsgk/Downloads/51-s2.0-S0246046719882934.pdf n.d.

[170] Magnussen RA, Debieux P, Benjamin B, Lustig S, Demey G, Servien E, et al. A CT-based classification of prior ACL femoral tunnel location for planning revision ACL surgery. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2012;20:1298–306. n.d.

[171] Chirurgie itérative dans la rupture du ligament croisé antérieur C. Batailler, S. Lustig, E. Servien n.d.

[172] Mme. Younes Fatima Zahra. « la reconstruction du ligament croisé antérieur sous arthroscopie par la technique droit interne et demi tendineux didt Expérience du service de Traumatologie-orthopédie à l'hôpital militaire Moulay Ismail Thèse N° 055/23 Université sidi mohamed benabdellah de Fès faculté de médecine et de pharmacie de Fès. n.d.

[173] Peyer M, Besch S, Delong C, Saucier D, Rodineau J. Lesions du LCA place du traitement orthopédique : genou Ligamentaire J. de traumatologie du Sport 1997; 14: 86–96 n.d.



أطروحة رقم 25/045

سنة 2025

## مقارنة موضع النفق الفخذي في تقنيات جراحة الرباط الصليبي الأمامي بالمنظار

تجربة قسم جراحة العظام والمفاصل بالمستشفى العسكري مولاي إسماعيل بمكناس  
(بصدد 40 حالة)  
الأطروحة

قدمت و نوقشت علانية يوم 2025/02/20

من طرف

السيدة سليمان نور الهدى

المزداة في 26 شتنبر 1999 بصفرو

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات المفتاحية

إعادة بناء الرباط - الرباط الصليبي الأمامي - تقنية أوتار العضلة نصف الوترية و العضلة نصف الغشائية  
منظار المفصل

اللجنة

السيد الجزائري حسن ..... الرئيس

أستاذ التعليم العالي في جراحة العظام والمفاصل

السيد شراد توفيق ..... المشرف

أستاذ مبرز في جراحة العظام والمفاصل

السيد بولهرود عمر ..... أعضاء

أستاذ التعليم العالي في جراحة الدماغ والأعصاب

السيد بلعباس سفيان ..... أعضاء

أستاذ مبرز في علم الأشعة

السيد بوصيع هشام ..... عضو مشارك

أستاذ مساعد في جراحة العظام والمفاصل