



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
+0535301011 +01511111111 11 +00000000000
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2021

Thèse N°045/21

LES LÉSIONS LIGAMENTAIRES DU GENOU TRAUMATIQUE EN IRM

(à propos de 20 cas)

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 04/02/2021

PAR

Mlle. EL BOURAKKADI CHAYMAE

Née Le 01 Janvier 1995 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Genou – Traumatismes – lésions ligamentaires – IRM

JURY

M. ZAINOUN BRAHIM	PRÉSIDENT ET RAPPORTEUR
Professeur de Radiologie	
M. LOUASTE JAMAL	} JUGES
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie	
M. AFRICHA TAOUFIK	
Professeur agrégé de Radiologie	
M. ZIADI TARIK	} MEMBRE ASSOCIÉ
Professeur agrégé de Radiologie	
M. CHERRAD TAOUFIK	
Professeur assistant de Traumatologie-orthopédie	

SOMMAIRE

Liste des tableaux.....	9
Liste des graphiques.....	9
INTRODUCTION.....	11
PREMIERE PARTIE :RAPPELS FONDAMENTEAUX.....	13
I. Anatomie du genou.....	14
A. Surfaces articulaires:.....	15
B. Vascularisation et innervation:.....	25
C. les muscles du genou:.....	26
D. Mecanisme de verouillage:.....	28
II. physiologie et biomecanique du genou.....	30
A. L'articulation femoro-tibiale:.....	30
B. physiologie du genou:.....	34
III. Etude clinique :.....	40
IV. Moyens d'exploration du genou :.....	54
A. La radiographie standard :.....	54
B. Echographie :.....	56
C. Scanner :.....	57
D. Arthro-TDM.....	57
E. Arthroscopie :.....	59
F. Arthro-IRM :.....	60
G. Imagerie par résonance magnétique (IRM) :.....	60
DEUXIEME PARTIE :MATERIELS ET METHODES.....	84
I. Population étudiée :.....	85
II. Recueil des données :.....	85
III. Type d'études :.....	86
TROISIEME PARTIE :RESULTATS.....	91

I. Données épidémiologiques :	92
A. Age :.....	92
B. Sexe :	93
II .Données anamnétiques :	94
A. Circonstances déclenchantes :.....	94
B. le coté atteint :.....	95
C. étude clinique :.....	96
III.Données radiologiques :	99
A. Radiographie standard :	99
B. IRM :.....	99
QUATRIEME PARTIE :DISCUSSION	105
ANALYSE DESCRIPTIVE	105
I. Données épidémiologiques :.....	106
A. Age :.....	106
B. Le sexe :	106
II. Données anamnestiques :	107
A. Etiologies du traumatisme :.....	107
B. Côté atteint :.....	108
III. Données radiologiques :.....	109
A. Lésions du LCA :	110
B. Lésions de LCP :.....	117
C. Ligament collatéral médial (LLI)	122
D. Ligament collatéral latéral (LLE):	125
E. Pathologie osseuse :.....	127
F. Les lésions de l'appareil extenseur :	132
G. Les lésions méniscales :	136

ANALYSE COMPARATIVE.....	148
CONCLUSION	151
RESUMES.....	153
Bibliographie	158

Liste des figures

Figure 1 : articulation du genou	14
Figure 2 : Surfaces articulaires de l'articulation du genou. A. En extension. B. En flexion. C. Vue antérieure (fléchi).	16
Figure 3 : Ménisques de l'articulation du genou. A. Vue supérieure.....	17
Figure 4 : Membrane synoviale de l'articulation du genou et bourses séreuses associées.	19
Figure 5 : Capsule articulaire du genou. A. Vue antérieure. B. Vue postérieure	21
Figure 6 : Ligaments collatéraux du genou. A. Vue latérale. B. Vue médiane.....	23
Figure 7 : Ligaments croisés du genou. Vue supérolatérale	24
Figure 8: anastomoses des artères autour du genou .vue antérieure	25
Figure 9 : Fosse poplitée. A. Limites. B. Nerfs et vaisseaux. C. Structures superficielles.	27
Figure 10 : Mécanisme de « verrouillage » du genou	29
Figure 11: Les 2 degrés de liberté et leur axe	30
Figure 12: L'axe des rotations	31
Figure 13: Le LCA contrôle le recul du condyle et détermine le roulement patinant.	31
Figure 14: L'asymétrie des déplacements des condyles détermine la rotation "automatique"	32
Figure 15: La courbure condylienne.....	33
Figure 16: L'axe de flexion extension	33
Figure 17: Le LLE se détend en flexion.....	35
Figure 18: Le LCA se détend légèrement en flexion.....	36
Figure 19: Le comportement du LCA en rotation:	36
Figure 20: Les 2 faisceaux du LCA.....	37

Figure 21: Les 2 faisceaux du LCP	38
Figure 22: La répartition des contraintes	39
Figure 23 :examen du genou.....	40
Figure 24 : la douleur reveillée à la pression	41
Figure 25 : la manœuvre de MAC MURRAY.....	42
Figure 26 : Le Grinding test de G. Apley.....	43
Figure 27 : La manœuvre de Cabot.....	44
Figure 28 : le test de LACHMAN TRILLAT	46
Figure 29 : les mesures arthrométriques	47
Figure 30 : le pivot shift de MAC INTOSH.....	49
Figure 31 : tiroir posterieur direct	51
Figure 32 : inspection du genou de profil	52
Figure 33: Radiographie de face (A) , de profil (B) et axiale de la rotule à 30° de flexion (C).....	55
Figure 34: Antenne de réception du genou	61
Figure 35: L'appareil IRM du service de Radiologie – Hôpital militaire Moulay Ismaïl de Meknès	62
Figure 36: A Coupe sagittale passant par le compartiment interne (séquence ES–DP).	68
Figure 37: A, B. Coupes axiales passant par le compartiment fémoropatellaire (en séquence ESR–DP).	70
Figure 38 :Coupes sagittales paramédianes successives (séquence ES–DP)montrant les insertions tibiales des ménisques interne et externe.....	71
Figure 39: Visualisation des ailerons rotuliens (Flèches) sur coupe axiale passant par la rotule en séquence DP.....	73
Figure 40 : A Coupe frontale passant par les cornes méniscales moyennes (en séquence ESR–DP) et par le ligament collatéral interne.....	75

Figure 41 :A Coupe coronale en séquence ESR-DP passant par la partie la plus postérieure des condyles fémoraux et montrant le ligament méniscofémoral de Wrisberg (L8).	79
Figure 42: Visualisation du pédicule poplité (Flèche n°4) en coupe coronale	80
Figure 43: Visualisation des paquets adipeux du genou sur coupe sagittale en T2 .	81
Figure 44: Visualisation du vaste latéral (1) accompagné du tendon du quadriceps fémoral (2) en coupe coronale T1	82
Figure 45 : IRM du genou droit en coupes sagittales séquences T1 FSE(a) et DP FAT SAT (b) montrant une discontinuité du LCA en rapport avec une rupture complète du LCA.	114
Figure 46: IRM du genou en coupes sagittales en séquences T2 millimétriques (a) et en séquences DP FATSAT (b) :	115
Figure 47 : IRM du genou en coupes sagittales séquences DP FATSAT :.....	120
Figure 48 : Kyste du LCA (flèches) séparant les deux faisceaux ligamentaires.....	121
Figure 49 : Aspect IRM du genou droit en coupes coronales séquence DP FAT SAT(a)(b) montrant une rupture partielle de LLI.	124
Figure 50 : Aspect IRM en coupes axiale (a) et coupes coronales (b,c)en séquence DP FAT SAT montrant une contusion de LCL(flèches).	128
Figure 51: IRM du genou en coupes sagittales en séquences T2 millimétriques (a) et en DP FATSAT (b) :	129
Figure 52 : Radiographie du genou gauche de face (a) et IRM du genou en coupes coronales séquences DP FATSAT (b) : fragment cortical oblong, vertical, centimétrique, situé à quelques millimètres du bord latéral du tibia (flèches) : Fracture de Segond.	131
Figure 53: Radiographie standard: Patella basse.	134
Figure 54 : Classification de Crues et Stoller	138

Figure 55:IRM en coupes sagittales DP FATSAT. Représentation IRM de la classification de stoller.....	139
Figure 56: IRM du genou en coupe coronale en DP Fat SAT: lésion linéaire horizontale intra méniscale en hypersignal (flèche) communiquant avec l'articulation : Fissure méniscale horizontale	141
Figure 57: IRM du genou en coupe coronale en DP Fat SAT: Fissure verticale longitudinale du ML séparant les deux fragments du même ménisque (flèche). Fissure verticale longitudinale.	142
Figure 58:Lésion en anse de seau avec fragment méniscal retourné.	144
Figure 59:IRM du genou en coupe sagittale en DP Fat SAT: hyper signal diffus intra méniscal intéressant la corne postérieure du MM (flèche) : Contusion méniscale ..	145
Figure 60: IRM en coupe sagittale en DP Fat SAT: fissure méniscale horizontale (flèche) communiquant avec une lésion kystique ovale (étoile) :Kyste méniscal.	147

Liste des tableaux

Tableau 1	54
Tableau 2: choix des séquences d'imagerie par résonance magnétique IRM dans l'exploration du genou traumatique	64
Tableau 3: répartition des patients selon l'âge.....	92
Tableau 4: repartition des patients selon le sexe	93
Tableau 5: repartition des patients selon les circonstances declenchantes.....	94
Tableau 6:Repartition des patients selon les signes fonctionnels rapportés	96
Tableau 7: repartition des patients selon les signes physiques.....	97
Tableau 8: les resultats de diagnostic retenu en IRM.....	102
Tableau 9:L'âge moyen des patients selon les auteurs	106
Tableau 10: Répartition par le sexe selon les auteurs.....	107
Tableau 11: Répartition par l'étiologie du traumatisme selon les auteurs	107
Tableau 12: Répartition du côté atteint selon les auteurs	108
Tableau 13: données Radio-standard IRM	149

Liste des graphiques

Graphique 1: repartition des patients selon l'age	92
Graphique 2: répartition des patients selon le sexe.....	93
Graphique 3: repartition des patients selon les circonstances declenchantes.....	95
Graphique 4: repartition des patients selon le cote atteint	95
Graphique 5: repartition des patients selon les signes fonctionnels rapportés	96
Graphique 6: repartition des patients selon les signes physiques	98
Graphique 7 : fréquence de l'atteinte meniscale	104
Graphique 8: fréquence de l'atteinte ligamentaire.....	104

Liste des abréviations :

AVP	: Accidents de la voie publique
PDMI	: point douloureux méniscal interne
PDME	: point douloureux méniscal externe
TTA	: tubérosité tibiale antérieure
TPI	: tiroir postérieur en rotation interne
LCA	: Ligament croisé antérieur
LCP	: Ligament croisé postérieur
LCL	: Ligament collatéral latéral
LCM	: Ligament collatéral médial
IRM	: Imagerie par résonance magnétique
FAT SAT	: (séquence en) Suppression de la graisse
FSE	: (séquence en) Fast Spin Echo
SE	: (séquence en) Echo de Spin
ME	: Ménisque externe
MI	: Ménisque interne
PAPE	: Point d'angle postéro-externe
PAPI	: Point d'angle postéro-interne

INTRODUCTION

Au cours de ces dernières années et parallèlement avec le développement de la pratique sportive, les lésions ligamentaires du genou ont vu leur fréquence accroître.

L'articulation du genou, la plus grosse et la plus complexe des articulations du corps humain, intercalée entre les deux segments longs du membre inférieur. Constamment sollicitée en flexion extension et en contraintes rotatoires, elle est particulièrement exposée aux traumatismes directs ou indirects, et c'est certainement l'articulation la plus fréquemment lésée en pratique sportive.

La prise en charge des traumatismes ligamentaires du genou évolue, notamment grâce à la qualité des examens complémentaires à disposition. Cependant, les examens paracliniques ne doivent pas dispenser d'un interrogatoire soigneux et d'un examen clinique complet et bilatéral, en plus du bilan radiologique systématique.

La radiographie standard est réalisée en première intention afin de détecter une lésion osseuse évidente. Cependant, cette technique présente plusieurs limites et ne permet pas de faire un bilan lésionnel complet.

Ainsi vient la place prépondérante de l'IRM dans l'exploration du genou, surtout en ce qui concerne la pathologie ménisco-ligamentaire, ceci est expliqué principalement par une sensibilité de 95% et une spécificité de 91%, en plus du caractère non invasif de l'examen.

D'où l'intérêt de notre étude rétrospective réalisée au service de radiologie à l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès et en collaboration avec le service de traumatologie, ayant comme objectif de mettre en évidence l'apport de l'IRM dans les lésions ligamentaires du genou.

PREMIERE PARTIE :
RAPPELS FONDAMENTEAUX

II. Anatomie du genou

L'articulation du genou est la plus grande articulation synoviale du corps. Elle comprend :

- L'articulation fémorotibiale, entre le fémur et le tibia, qui est une articulation portante ;
- L'articulation fémoropatellaire, entre la patella et le fémur, qui permet au muscle quadriceps fémoral d'exercer une traction directement en avant du genou sur le tibia sans usure du tendon (figure 1) (1).

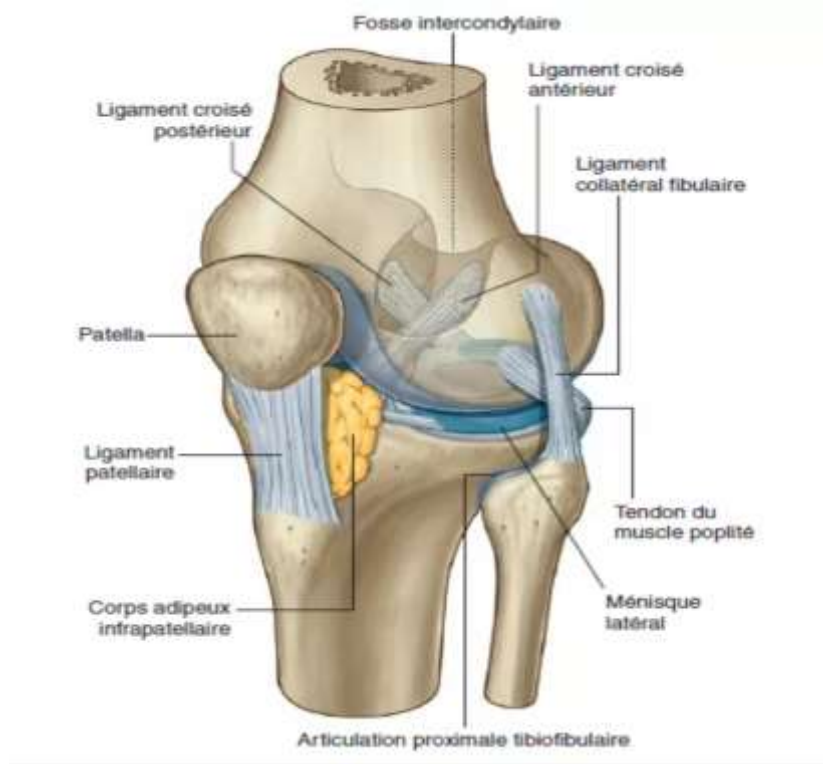


Figure 1 : articulation du genou

Deux fibrocartilages, les ménisques, un de chaque côté, situés entre les condyles fémoraux et le tibia, permettent une adaptation de la forme des surfaces articulaires au cours des mouvements de l'articulation.

Les mouvements du genou sont complexes. L'articulation fonctionne comme une charnière permettant la flexion et l'extension.

Comme toutes les articulations charnières, le genou est renforcé par de

solides ligaments collatéraux sur chacune de ses faces latérales. De plus, deux très solides ligaments (les ligaments croisés) unissent les extrémités articulaires du fémur et du tibia, et maintiennent leurs fonctions durant le mouvement articulaire. Comme l'articulation du genou est portante, elle présente un mécanisme de verrouillage qui réduit la dépense énergétique musculaire pendant la station verticale en maintenant l'articulation en extension.

A. Surfaces articulaires:

Les surfaces articulaires des os qui contribuent à former l'articulation du genou sont recouvertes de cartilage hyalin.

Les surfaces intéressées sont :

- Les surfaces des deux condyles fémoraux ;
- Les surfaces en regard de la face supérieure des condyles tibiaux.

Les surfaces des condyles fémoraux qui s'articulent avec le tibia en flexion du genou sont incurvées ou rondes, alors que les surfaces qui s'articulent en pleine extension sont planes (figure 2).

Les surfaces des condyles fémoraux entre le fémur et la patella forment une tranchée en forme de V à la face antérieure de l'extrémité distale du fémur où les deux condyles sont unis.

Les surfaces cartilagineuses s'articulent avec la face postérieure de la patella. Les surfaces articulaires sont toutes incluses dans une seule cavité articulaire, ainsi que les ménisques intra articulaires entre les condyles fémoraux et les condyles tibiaux.

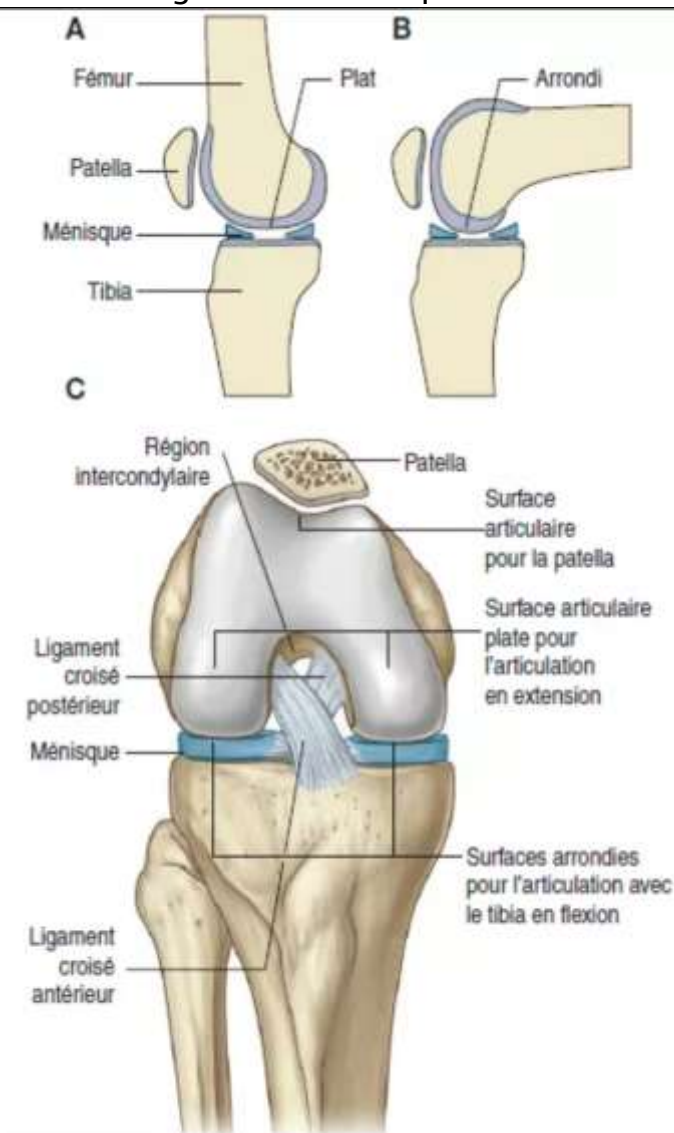


Figure 2 : Surfaces articulaires de l'articulation du genou. A. En extension. B. En flexion. C. Vue antérieure (fléchi).

Les deux ménisques médial et latéral sont des fibrocartilages en forme de croissant (figure 3).

Les deux sont amarrés à leurs extrémités à des facettes d'insertion au niveau de la région intercondyalaire tibiale. Les deux ménisques sont attachés par leurs extrémités à des facettes osseuses de la région intercondyalaire du plateau tibial.

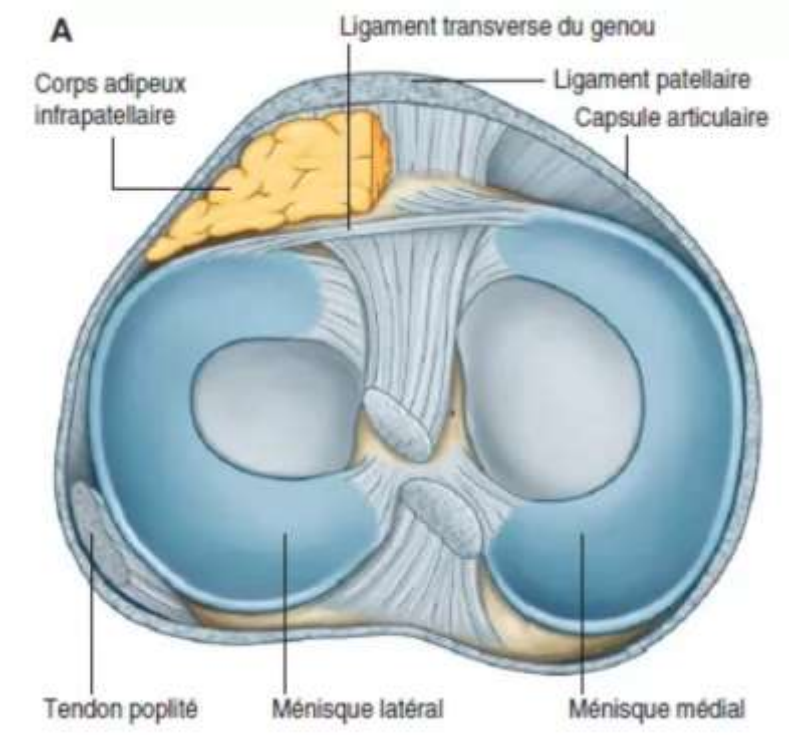


Figure 3 : Ménisques de l'articulation du genou. A. Vue supérieure

Le ménisque médial est amarré à la capsule sur toute l'étendue de son bord périphérique, alors que le ménisque latéral est indépendant du ligament collatéral latéral. Il en résulte une plus grande mobilité du ménisque latéral. Les ménisques sont reliés en avant par le ligament transverse du genou. Le ménisque latéral est également en rapport étroit avec le tendon du muscle poplité qui passe entre le ménisque et la capsule avant de s'insérer sur le fémur. Les ménisques améliorent la congruence entre les condyles fémoraux et tibiaux au cours des mouvements.

Les condyles fémoraux s'articulant avec le plateau tibial ont une surface articulaire de contact réduite avec le plateau tibial en flexion et une plus grande surface de contact en extension. Membrane synoviale La membrane synoviale du genou s'attache à la périphérie des surfaces articulaires et aux bords supérieur et inférieur des limites externes des ménisques (figure 4).

Les deux ligaments croisés qui s'attachent dans la région intertuberculaire du plateau tibial en bas et dans la fosse intercondyloire du fémur en haut sont en dehors de la cavité synoviale mais enfermés dans la membrane fibreuse du genou (extra synoviaux mais intracapsulaires).

En arrière, la membrane synoviale se réfléchit sur la face profonde de la capsule fibreuse et tapisse les deux côtés du ligament croisé postérieur, et passe devant les deux ligaments en les excluant de la cavité articulaire.

En avant, la membrane synoviale est séparée du ligament patellaire par une masse graisseuse, le corps adipeux infrapatellaire. De chaque côté de cette masse, la membrane synoviale forme des franges ou plis alaires qui s'immiscent dans la cavité articulaire.

La membrane synoviale du genou forme des poches ou bourses séreuses en deux endroits pour faciliter le glissement des tendons périarticulaires :

- La plus petite bourse séreuse est le récessus sous-poplité (bourse subpoplitée) (figure 4 A) qui s'étend en arrière et en dehors entre le ménisque latéral et le tendon du muscle poplité ;
- La seconde bourse séreuse, plus importante, située entre l'extrémité distale de la diaphyse fémorale et le tendon du quadriceps fémoral, est la bourse suprapatellaire (figure 4 B) qui est en continuité avec la cavité synoviale.

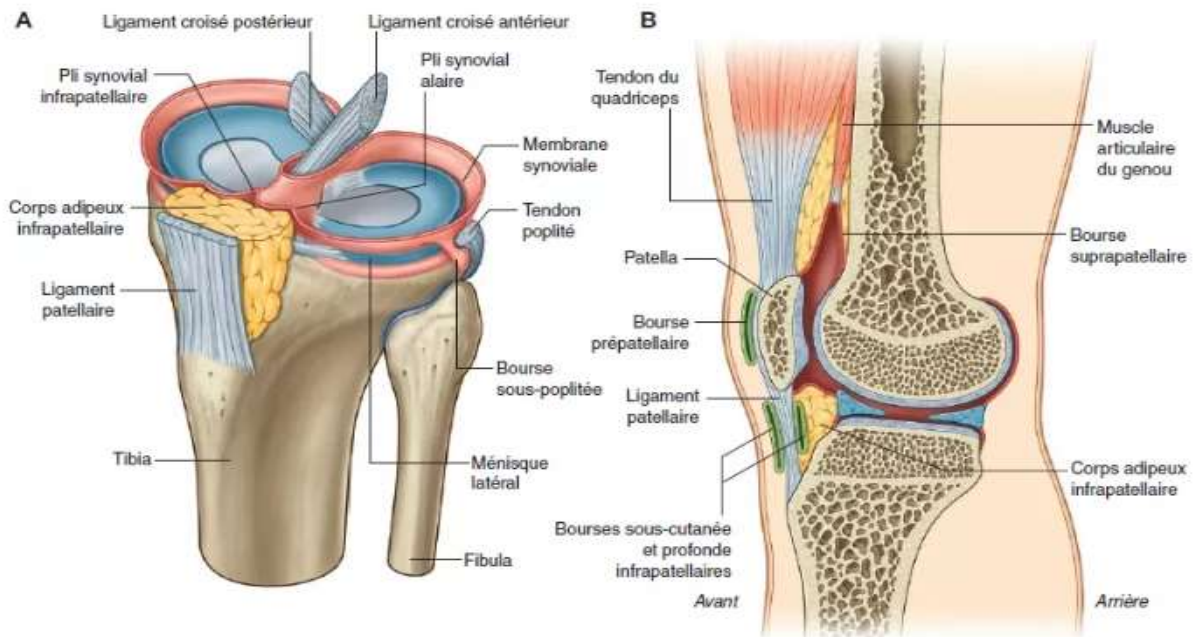


Figure 4 : Membrane synoviale de l'articulation du genou et bourses séreuses associées.

A. Vue supérolatérale ; patella et fémur non visibles. B. Section sagittale du genou

Au sommet de cette bourse est amarré un petit muscle qui attire la bourse vers le haut lors de l'extension du genou. D'autres bourses séreuses sont présentes mais ne communiquent pas avec la cavité articulaire ; ce sont la bourse sous-cutanée prépatellaire, les bourses profonde et sous-cutanée infrapatellaire, et de nombreuses bourses liées aux tendons et ligaments périarticulaires (figure 4 B).

La bourse séreuse prépatellaire est sous-cutanée en avant de la patella. Les bourses infrapatellaires profonde et sous-cutanée sont respectivement aux bords sous-cutané et profond du ligament patellaire.

1. Les moyens d'union:

1.1 Capsule

La capsule, membrane fibreuse entourant le genou, est étendue. Elle est partiellement formée et renforcée par les tendons des muscles périarticulaires (figure 5). En gros, la capsule enferme la cavité articulaire et la région intercondyloire.

- À la face médiale du genou, la capsule est intriquée avec les fibres du ligament collatéral tibial, et est attachée sur sa face interne au ménisque médial.
- En dehors, la face externe de la capsule est séparée par un espace du ligament collatéral fibulaire, et la face interne de la capsule n'est pas attachée au ménisque latéral.
- En avant, la capsule est attachée aux bords de la patella où elle est renforcée par des expansions tendineuses des muscles vastes latéral et médial, qui se réunissent pour former le tendon du quadriceps fémoral au-dessus de la patella et avec le ligament patellaire au-dessous de la patella.

La capsule est renforcée antérolatéralement par une expansion du tractus iliotibial et postéromédialement par une expansion du tendon du semimembraneux formant le ligament poplité oblique qui se dirige de dedans en dehors à la face postérieure de la capsule.

L'extrémité supérieure du tendon du muscle poplité passe à travers un orifice dans la partie postérolatérale de la capsule, et il est inclus dans la capsule lorsqu'il contourne l'articulation pour s'insérer à la face latérale du condyle fémoral.

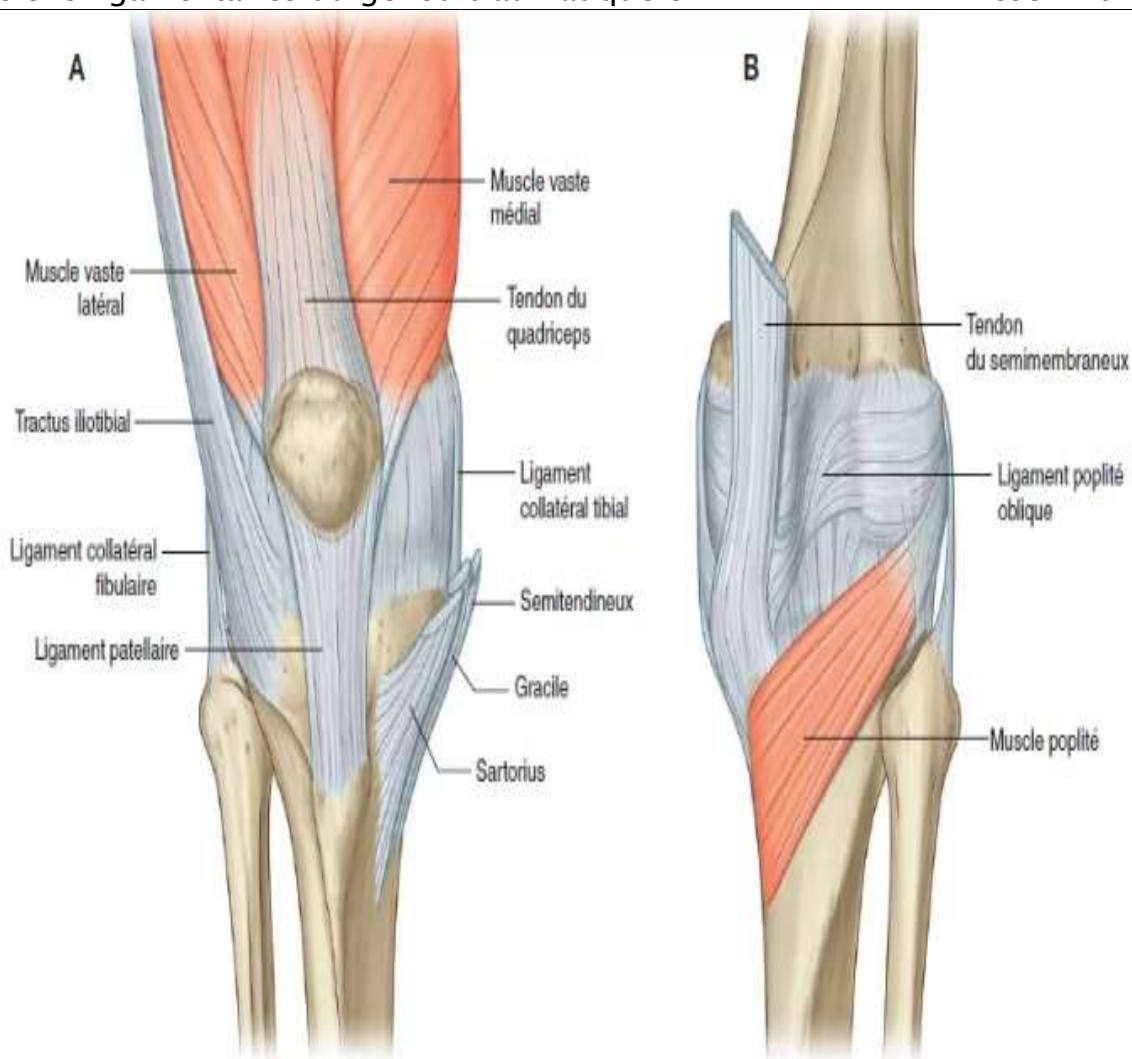


Figure 5 : Capsule articulaire du genou. A. Vue antérieure. B. Vue postérieure

1.2 Ligaments

Les principaux ligaments du genou sont le ligament patellaire, les ligaments collatéraux (tibial et fibulaire) et les ligaments croisés antérieur et postérieur.

1.2.1. Ligament patellaire

Le ligament patellaire est en fait la continuité du tendon du quadriceps fémoral au-dessous de la patella (figure 6).

Il est attaché en haut aux bords et à la pointe de la patella, et au-dessous à la tubérosité tibiale.

1.2.2. Ligaments collatéraux

Les ligaments collatéraux sont au nombre de deux, un de chaque côté de l'articulation. Ils stabilisent les mouvements du genou (figure 7) qui est une articulation charnière.

Le ligament collatéral fibulaire est semblable à un cordon épais. Il s'attache en haut à la face latérale de l'épicondyle juste au-dessus du sillon d'insertion du tendon poplité. En bas, il est amarré dans une dépression de la face latérale de la tête de la fibula. Il est séparé de la capsule par une bourse séreuse.

Le ligament collatéral tibial, large et plat, est intriqué par la plus grande partie de sa face profonde avec la capsule. Il est attaché en haut à l'épicondyle médial juste au-dessous du tubercule de l'adducteur, puis descend en avant pour se fixer au bord du tibia et à la surface tibiale au-dessus et en arrière des insertions des tendons des muscles sartorius, gracile et semitendineux.

1.2.3. Ligaments croisés

Les deux ligaments croisés sont situés dans la région intercondyloire du genou et unissent solidement fémur et tibia (figure 7 D et 8). Ils sont appelés « croisés » car ils se croisent entre eux dans le plan sagittal entre leurs insertions fémorales et tibiales.

- **Le ligament croisé antérieur** s'attache à une facette osseuse située à la partie antérieure de la zone intercondyloire du tibia, et monte en arrière pour s'insérer à une facette postérieure de la face latérale de la fosse intercondyloire du fémur.
- **Le ligament croisé postérieur** s'attache à la partie postérieure de la surface intercondyloire du tibia, et se dirige en haut et en avant pour se fixer à la paroi médiale de la fosse intercondyloire du fémur.

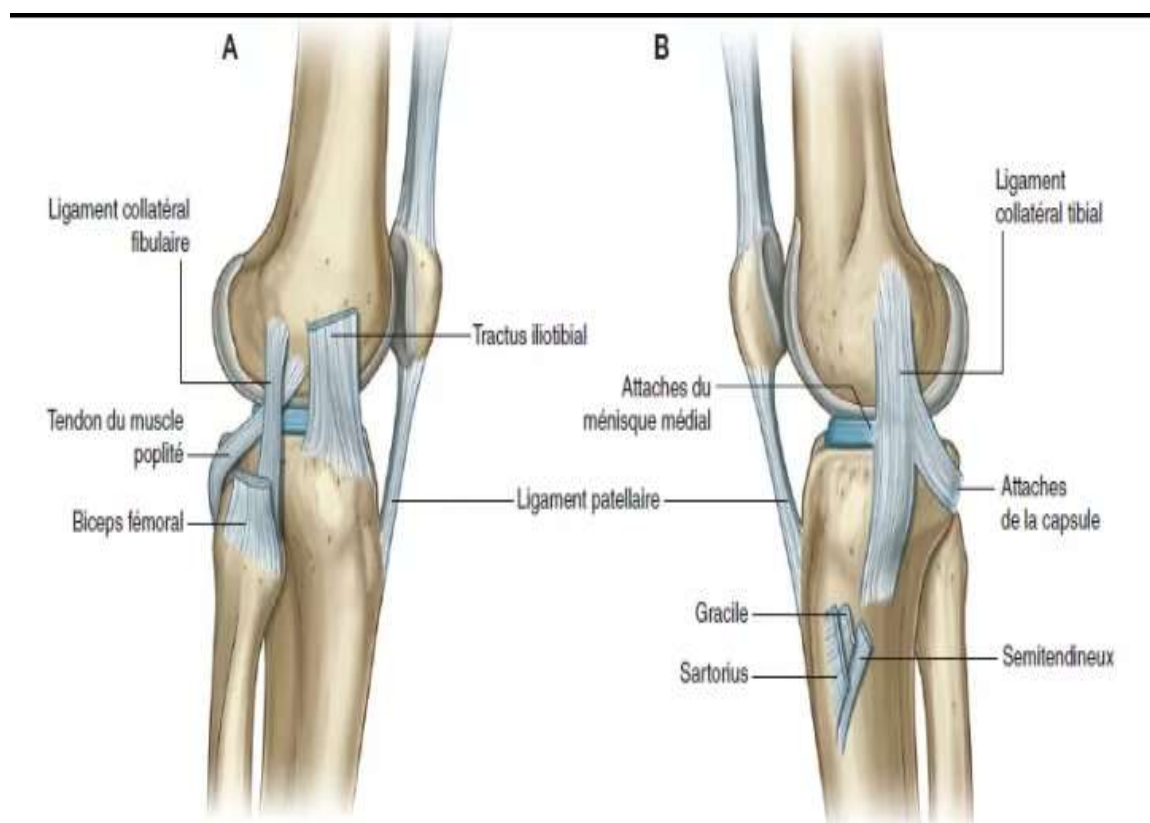


Figure 6 : Ligaments collatéraux du genou. A. Vue latérale. B. Vue médiane

Le ligament croisé antérieur croise latéralement le ligament croisé postérieur à son passage à travers la région intercondyloïde. Le ligament croisé antérieur s'oppose au déplacement antérieur du tibia par rapport au fémur, et le postérieur limite le déplacement postérieur du tibia (figure 8).

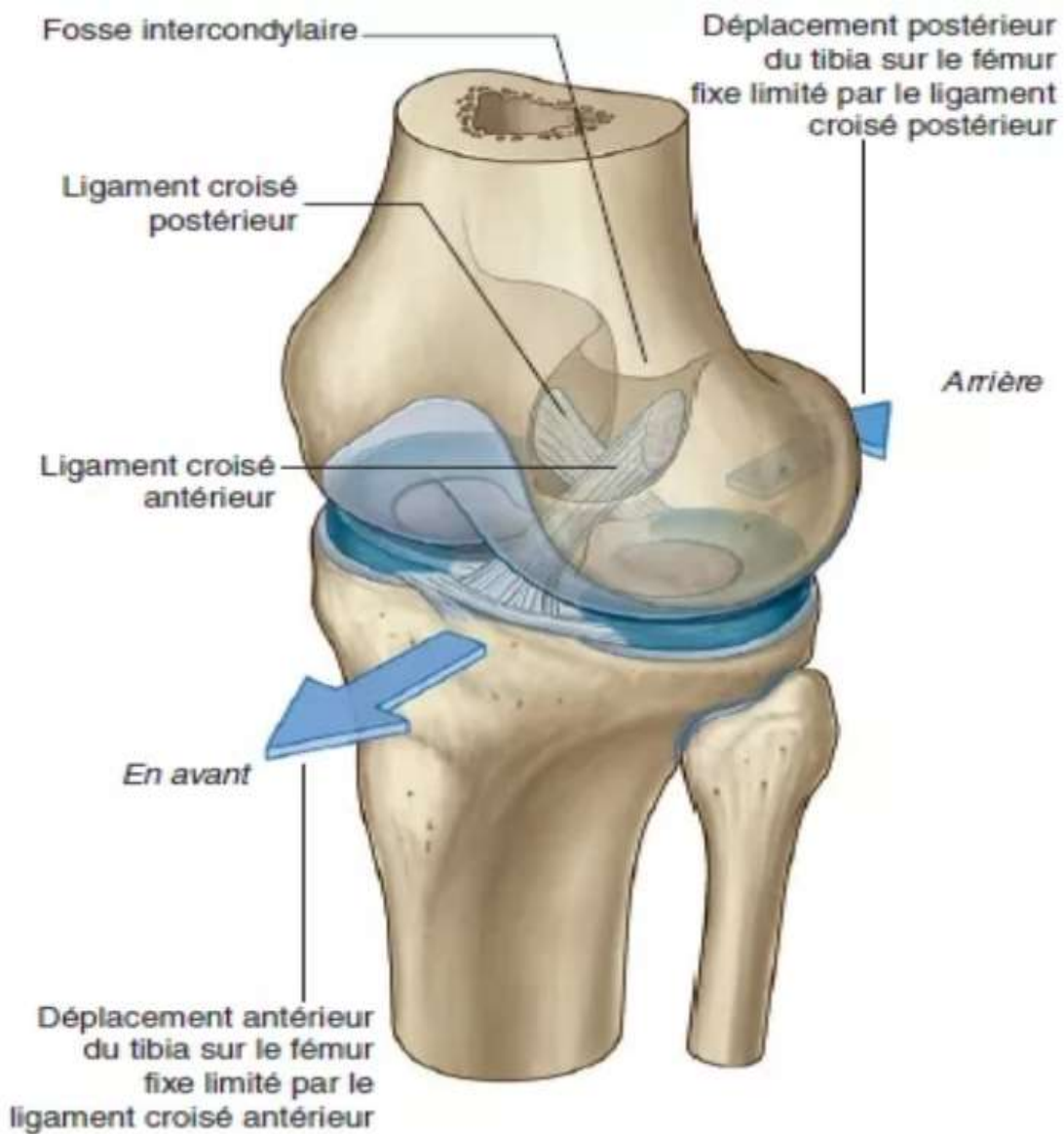


Figure 7 : Ligaments croisés du genou. Vue supérolatérale

B. Vascularisation et innervation:

La vascularisation du genou est en majorité assurée par des branches géciculées venues des artères fémorales, poplitée, circonflexes latérales à la cuisse, circonflexe fibulaire, et des branches récurrentes de l'artère tibiale antérieure à la jambe. Tous ces vaisseaux forment un réseau anastomotique périarticulaire (figure 10).

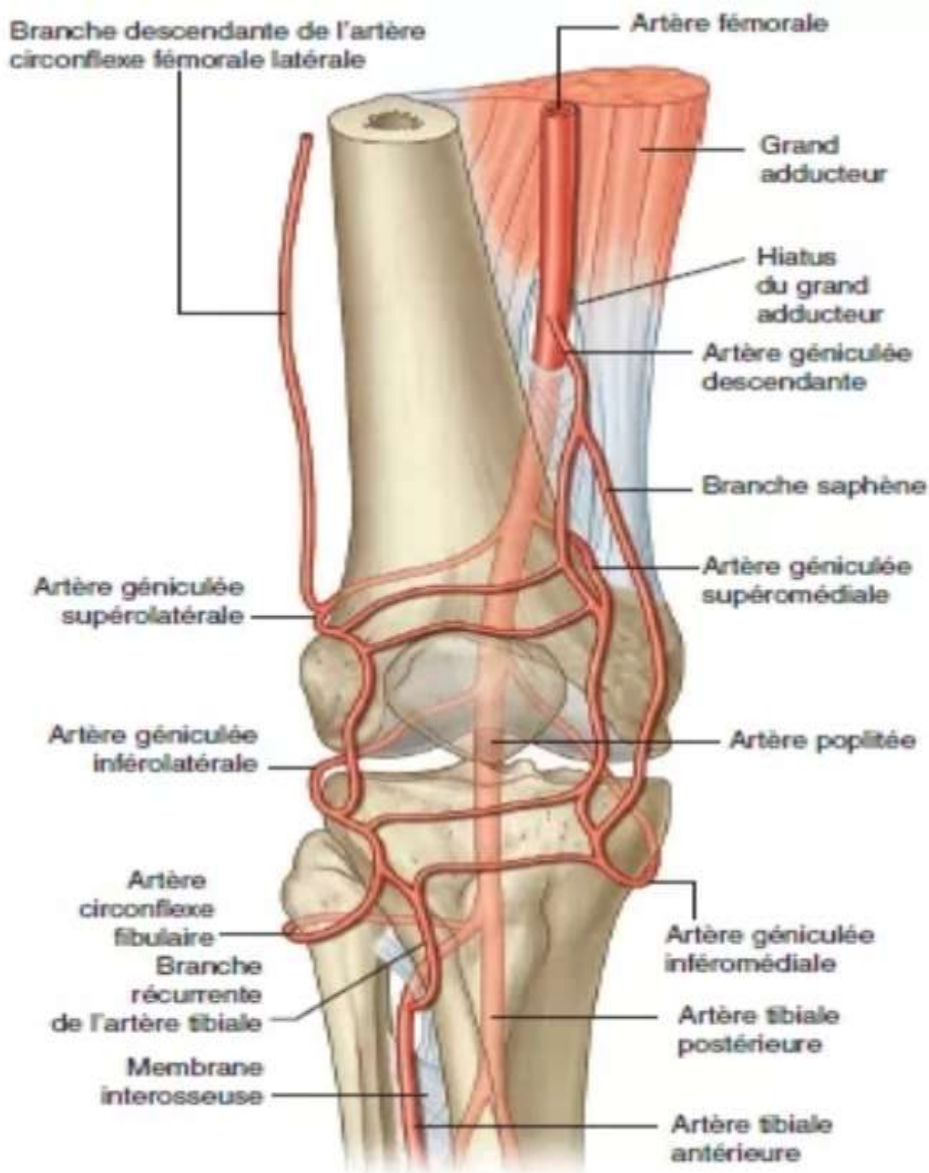


Figure 8: anastomoses des artères autour du genou .vue antérieure

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. (2)

Le genou est innervé par des rameaux venus des nerfs obturateur, fémoral, tibial et du nerf fibulaire commun. (Figure 11 B)

L'innervation du genou est réalisée par plusieurs nerfs qui innervent également les muscles péri-articulaires. Les faces antérieure, postérieure et latérale de l'articulation sont respectivement innervées par des branches des nerfs fémoral, tibial et fibulaire commun.

La face médiale de l'articulation est innervée par des branches des nerfs obturateur et saphène. Les ligaments croisés ont un nombre très faible de fibres nociceptives, ce qui les rend relativement insensibles à la douleur.

Fosse poplitée

La fosse poplitée est une zone importante de transition entre la cuisse et la jambe, et est la voie principale pour les éléments anatomiques qui passent d'une région à l'autre. La fosse poplitée, située à la face postérieure du genou, a une forme de losange et est délimitée par des muscles des compartiments postérieurs de la cuisse et de la jambe (figure 11 A) :

C. Les muscles du genou:

Les muscles qui permettent la mobilisation du genou sont les plus volumineux du corps. Il y a notamment, à la face antérieure de cuisse, le muscle quadriceps qui vient se fixer sur la rotule puis sur le tibia (par l'intermédiaire du tendon rotulien, ou ligament patellaire). C'est le muscle de l'extension du genou. D'autres groupes musculaires sont actifs sur le genou: les ischio-jambiers, les adducteurs, et certains muscles du mollet (les muscles gastrocnémiens).

- L'appareil extenseur est constitué du muscle quadriceps fémoral, du tendon du quadriceps fémoral, de la patella, et du tendon rotulien.
- L'appareil fléchisseur est constitué du muscle gastrocnémiens, du muscle sartorius, du muscle gracile, des ischio-jambiers (biceps sural, demi-tendineux, demi-membraneux) et du muscle poplité.
- L'appareil rotateur est constitué des 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 11) A

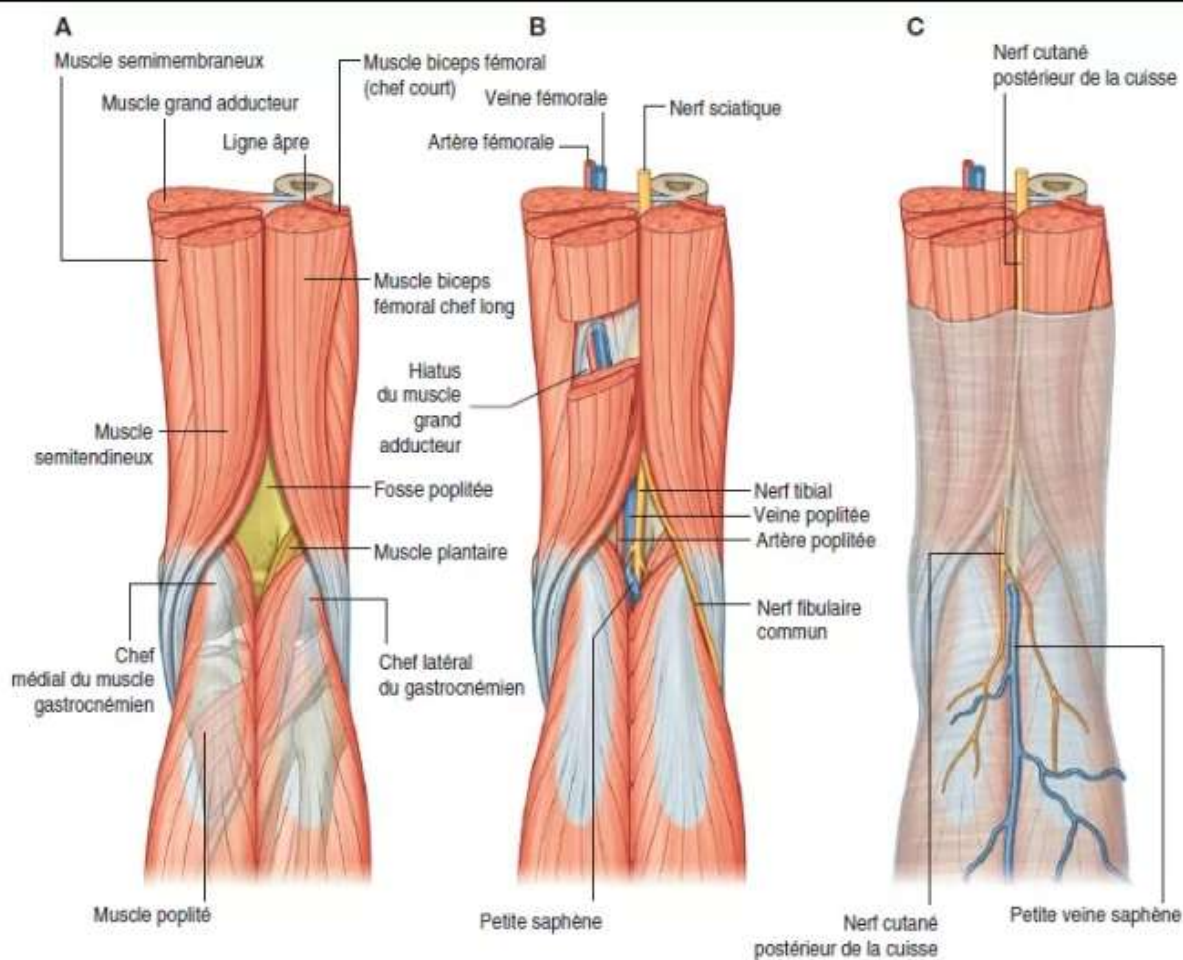


Figure 9 : Fosse poplitée. A. Limites. B. Nerfs et vaisseaux. C. Structures superficielles.

D. Mécanisme de verrouillage:

En position verticale, le genou est verrouillé en extension dans une position telle que la quantité d'énergie musculaire nécessaire au maintien de la station verticale est réduite (figure 9).

Un élément du verrouillage est le changement de la forme et de la taille des surfaces articulaires fémorales :

- En flexion, à la partie postérieure des condyles, les surfaces articulaires sont incurvées et arrondies ;
- En extension, les surfaces articulaires fémorales qui s'articulent avec le tibia sont plus larges et plates, assurant une grande stabilité au genou.

Au cours de l'extension, les surfaces articulaires ont un contact plus large assurant une plus grande stabilité articulaire.

Un autre élément du verrouillage est la rotation médiale du fémur sur le tibia au cours de l'extension. La rotation médiale associée à l'extension complète assure la mise en tension de tous les ligaments.

Un autre facteur qui assure le maintien de l'extension du genou en position verticale est la situation du centre de gravité du corps qui est situé sur une ligne verticale, passant en avant de l'articulation du genou. Le muscle poplité déverrouille le genou en amorçant la rotation latérale du fémur sur le tibia.

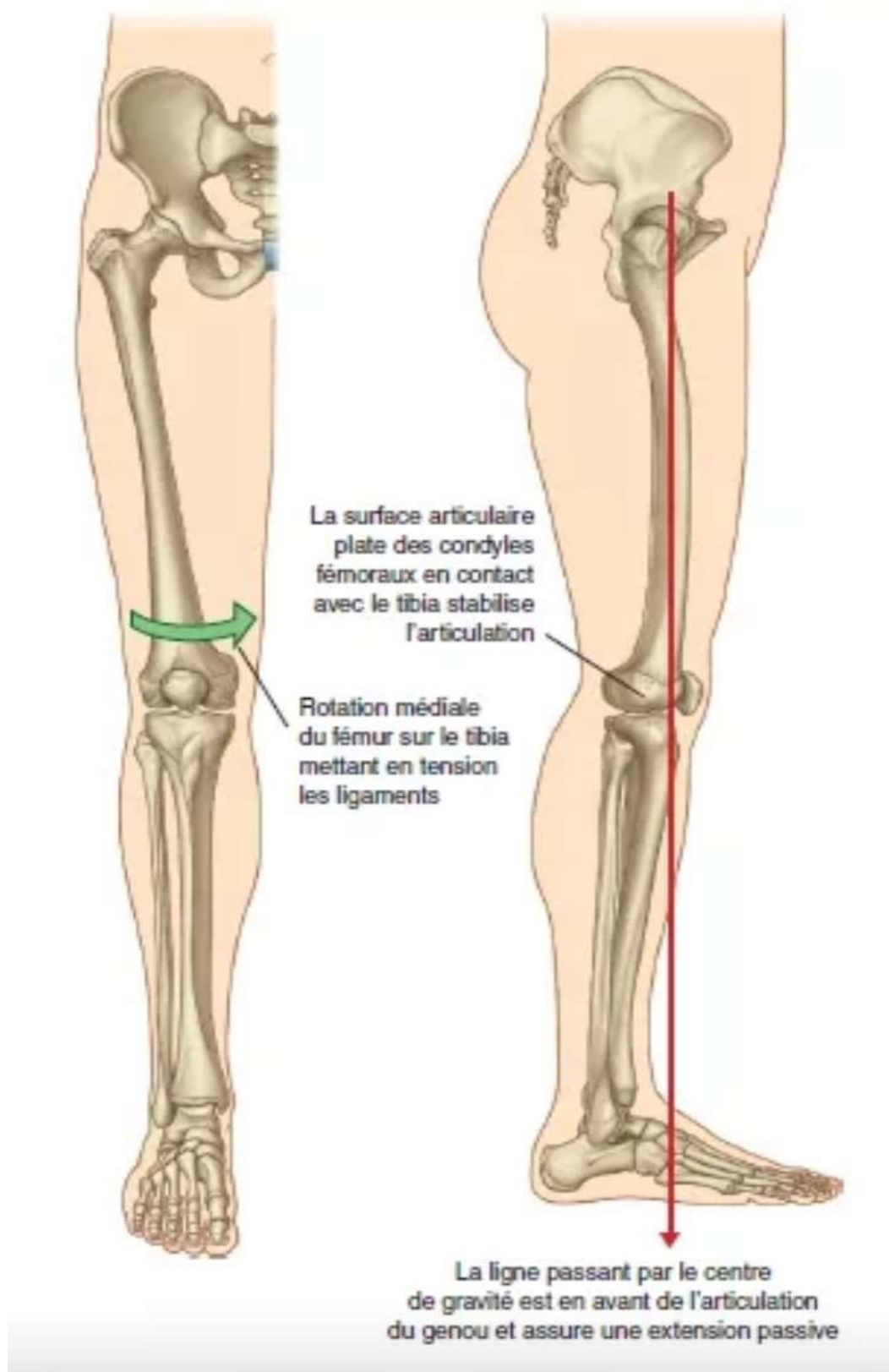


Figure 10 : Mécanisme de « verrouillage » du genou

III. Physiologie et biomécanique du genou

A. L'articulation fémoro-tibiale:

L'articulation du genou possède deux degrés de liberté : la flexion-extension et la rotation interne- externe (figure. 12).

La flexion-extension est un mouvement de rotation des condyles autour de l'axe bi-épicondylien.

Les rotations (interne et externe), qui ne sont possibles qu'en flexion, s'effectuent autour d'un axe qui n'est pas situé au milieu du genou mais dans son compartiment interne (figure. 13).

Lors de la flexion (et de l'extension) les condyles fémoraux, tout en pivotant autour de l'axe de flexion-extension du genou, se déplacent sur les plateaux tibiaux. Ils reculent lors de la flexion, et avancent lors de l'extension. Le recul lors de la flexion est indispensable pour avoir une bonne amplitude de flexion.

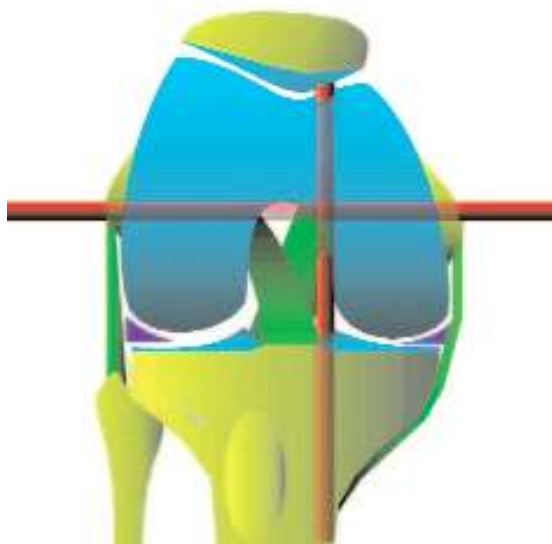


Figure 11: Les 2 degrés de liberté et leur axe

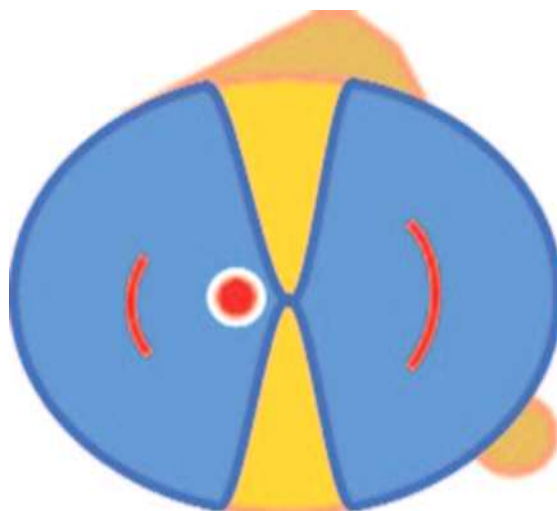


Figure 12: L'axe des rotations

Les déplacements antéro-postérieurs des condyles fémoraux sont sous la dépendance du système ligamentaire (fig. 14).

Les deux compartiments fémoro-tibiaux ne se comportent pas de la même façon :

- Dans le compartiment interne, où le plateau tibial est concave et le ménisque est fixe, le déplacement du condyle est peu important.

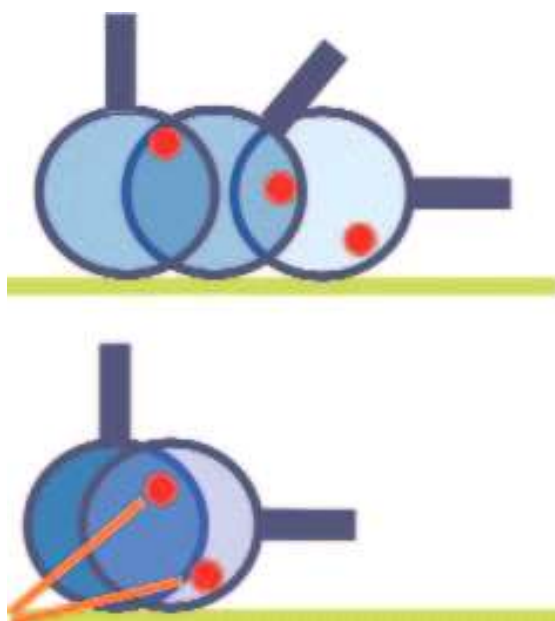


Figure 13: Le LCA contrôle le recul du condyle et détermine le roulement patinant

Dans le compartiment externe, où le plateau tibial est convexe et le ménisque très mobile, le déplacement du condyle est important.

- Il en résulte donc un mouvement de rotation dite “automatique” (figure 15) : en rotation externe du tibia, lorsque le genou parvient en extension (nous verrons plus loin que l’intérêt de ce mouvement est de verrouiller le système ligamentaire) et en rotation interne du tibia lorsque le genou fléchit (nous verrons plus loin que l’intérêt de ce mouvement est d’aligner l’appareil extenseur du genou).

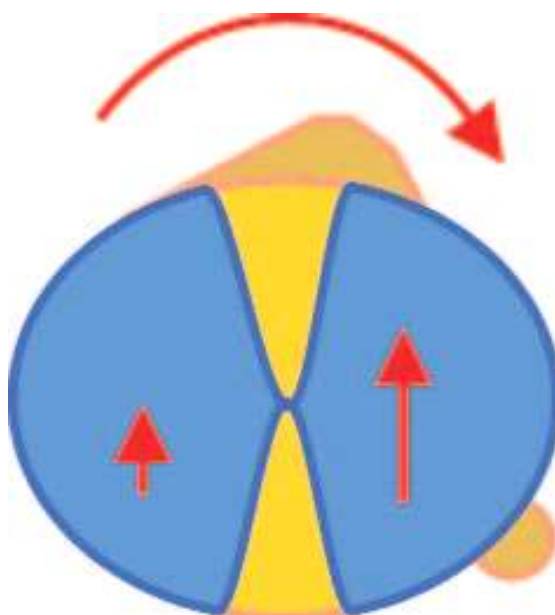


Figure 14: L'asymétrie des déplacements des condyles détermine la rotation
“automatique”

Quant à la courbure des condyles fémoraux, d'une conception géométrique sophistiquée, l'évolutive (Fick), on est revenu à plus de simplicité : un rayon de courbure unique entre 20 et 110° de flexion (figure 16).

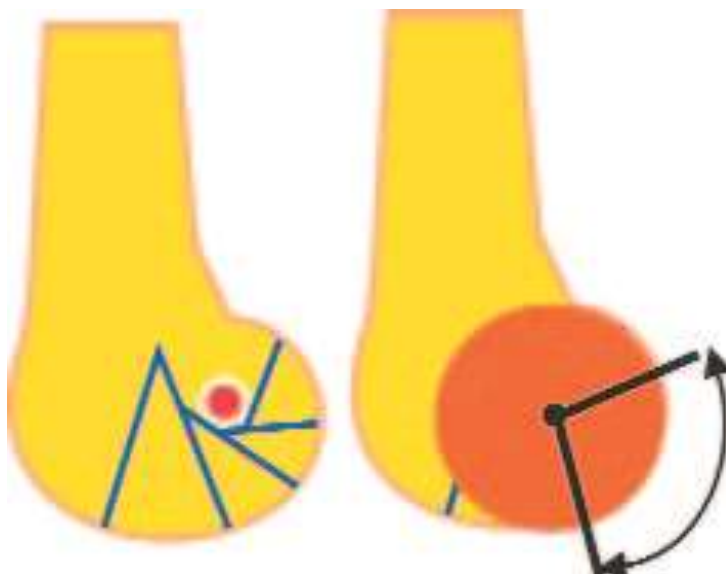


Figure 15: La courbure condylienne

La situation précise de l'axe de flexion-extension est importante, notamment dans le domaine de la chirurgie prothétique et a fait l'objet de nombreuses études (anatomiques, scanographiques). Il passe par le sommet des épicondyles. Il est incliné de trois degrés (en moyenne) par rapport au plan bi-condylien postérieur et est perpendiculaire à l'axe mécanique du membre inférieur (figure 17). (3)

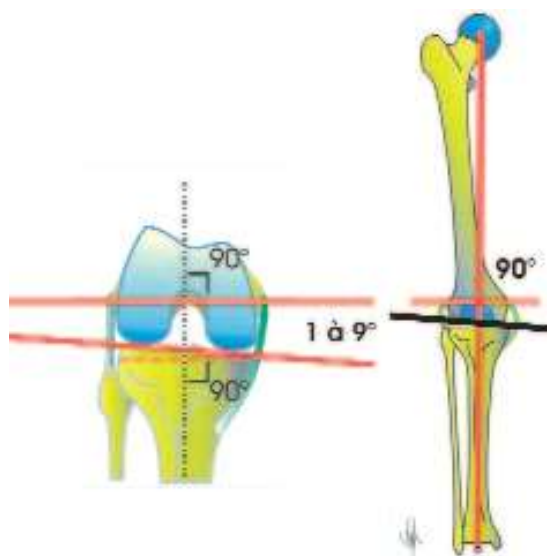


Figure 16: L'axe de flexion extension

B. Physiologie du genou:

a. Le système capsulo–ligamentaire:

Le système capsulo–ligamentaire détermine la cinématique de l'articulation fémoro–tibiale (roulement patinant et rotation automatique). Il assure la stabilité du genou en contrôlant :

- Dans le plan frontal la laxité interne et la laxité externe.
- Dans le plan sagittal les tiroirs antérieur et postérieur.
- Dans le plan horizontal les rotations interne et externe.

En extension tous les ligaments sont tendus et donc le genou est toujours parfaitement stable.

En flexion :

- Le ligament croisé postérieur reste tendu, quelle que soit la position en rotation du genou, parce que son insertion s'effectue à l'entrecroisement des axes de flexion–extension et de rotation. Il n'existe jamais de tiroir postérieur.
- Le ligament collatéral médial (ligament latéral interne) reste tendu parce que son insertion supérieure est située sur l'axe de flexion extension du genou. Il n'existe jamais de laxité interne ;
- Le ligament collatéral latéral (ou fibulaire, ex ligament latéral externe) se détend parce que son insertion supérieure est située légèrement en arrière de l'axe de flexion–extension du genou (figure 18). Il existe physiologiquement une laxité externe lorsque le genou fléchi.
- Le ligament croisé antérieur se détend légèrement parce que son insertion sur le condyle externe est située légèrement en arrière de l'axe de flexion–extension du genou (figure 19). Il existe physiologiquement un léger tiroir antérieur lorsque le genou fléchi.

- Si on imprime à ce genou fléchi un mouvement de rotation externe du tibia (figure. 20), on constate que le ligament collatéral médial se tend (puisque'il est oblique vers le bas et vers l'avant), que le ligament collatéral latéral se tend (puisque'il est oblique vers le bas et vers l'arrière), alors que la détente du ligament croisé antérieur augmente (puisque son insertion tibiale est excentrée par rapport à l'axe de rotation du tibia). On comprend donc qu'une entorse du genou survenant en rotation externe du genou intéressera en premier le ligament latéral interne et seulement (et éventuellement) après le ligament croisé antérieur.
- Si on imprime à ce genou fléchi un mouvement de rotation interne du tibia (figure 20), on constate que le ligament collatéral latéral augmente sa détente et que le ligament croisé antérieur se met en tension (puisque son insertion tibiale est excentrée par rapport à l'axe de rotation du tibia). On comprend donc qu'une entorse du genou survenant en rotation interne intéressera en premier le ligament croisé antérieur.

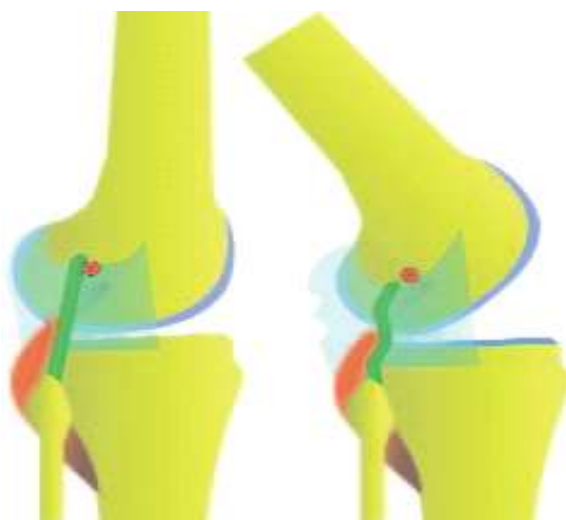


Figure 17: Le LLE se détend en flexion

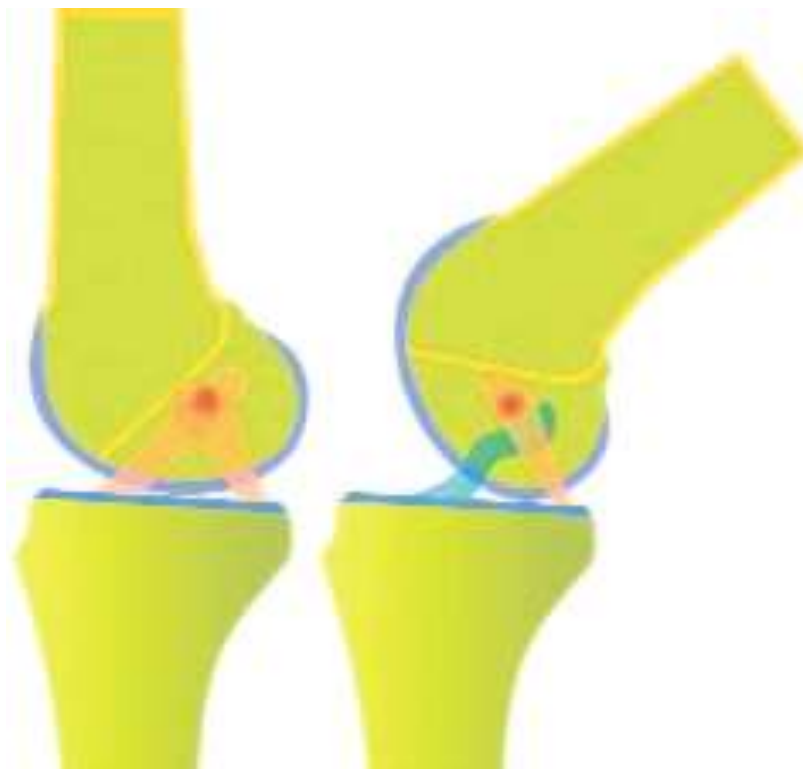


Figure 18: Le LCA se détend légèrement en flexion

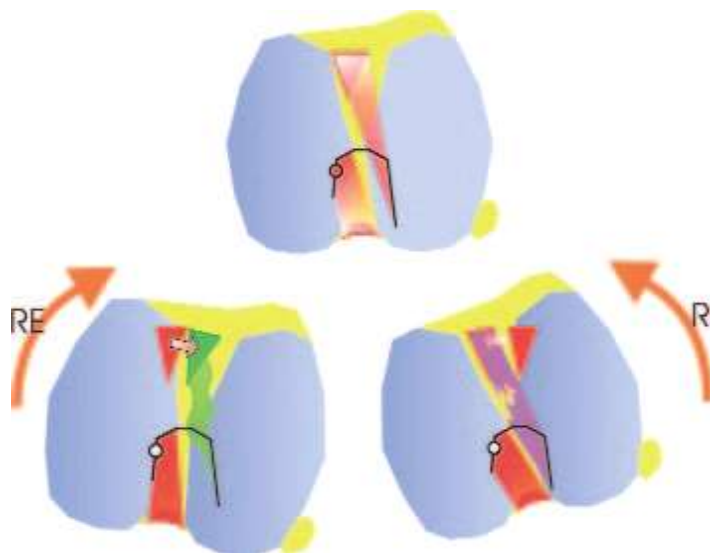


Figure 19: Le comportement du LCA en rotation:

- **Le ligament croisé antérieur** est constitué de : 2 faisceaux, de deux contingents, antéro- médial et postéro- latéral (figure. 21). Ces 2 faisceaux se répartissent les fonctions du ligament croisé antérieur : la bandelette antéro- médiale contrôlerait la laxité sagittale, alors que la bandelette postéro- latérale contrôlerait la rotation interne.
- **Le ligament croisé postérieur** est, lui aussi, constitué de 2 faisceaux, antérolatéral et postéro- médial (figure 22) (certaines descriptions comportent même trois faisceaux). Ces 2 faisceaux se répartissent le contrôle du tiroir postérieur : en position proche de l'extension pour la bandelette postéro médiale (en synergie avec les formations capsulo- ligamentaires de l'angle postéro-externe du genou) et en flexion pour la bandelette antérolatérale.

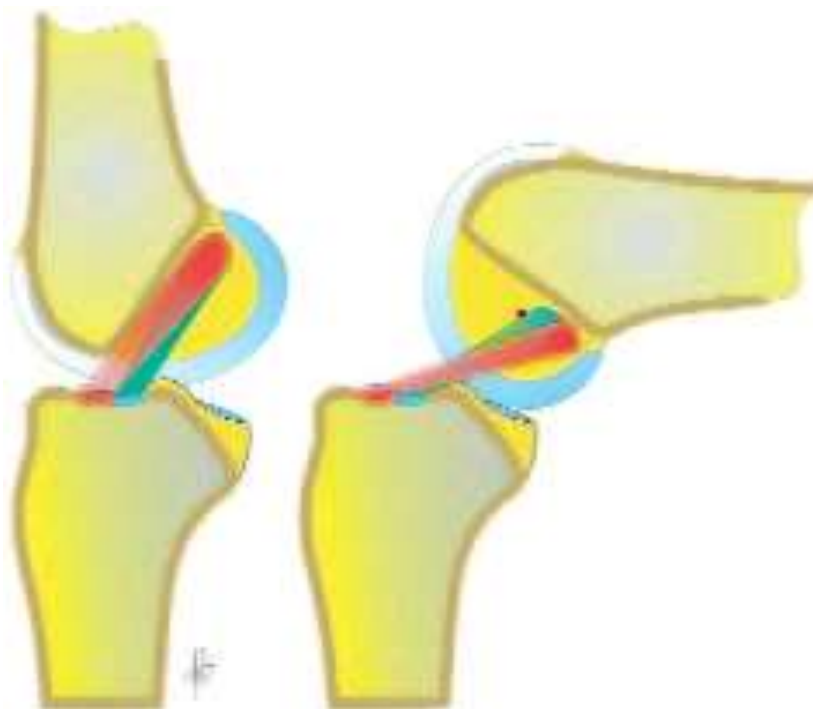


Figure 20: Les 2 faisceaux du LCA



Figure 21: Les 2 faisceaux du LCP

b. Les ménisques :

Ce sont “les pincesaux” répartiteurs du film lubrifiant que constitue le liquide synovial. Ils contribuent à la stabilisation du genou fléchi, lors des mouvements de rotation, et ceci est particulièrement important dans le compartiment interne où le ménisque interne, par sa corne postérieure, est un élément fondamental du contrôle de la rotation externe du tibia.

Mais surtout, genou en extension, ce sont des amortisseurs, des répartiteurs de contraintes (figure 23). En leur absence, plus dans le compartiment externe que dans le compartiment interne, les surfaces articulaires deviennent le siège de pics de contraintes insupportables.

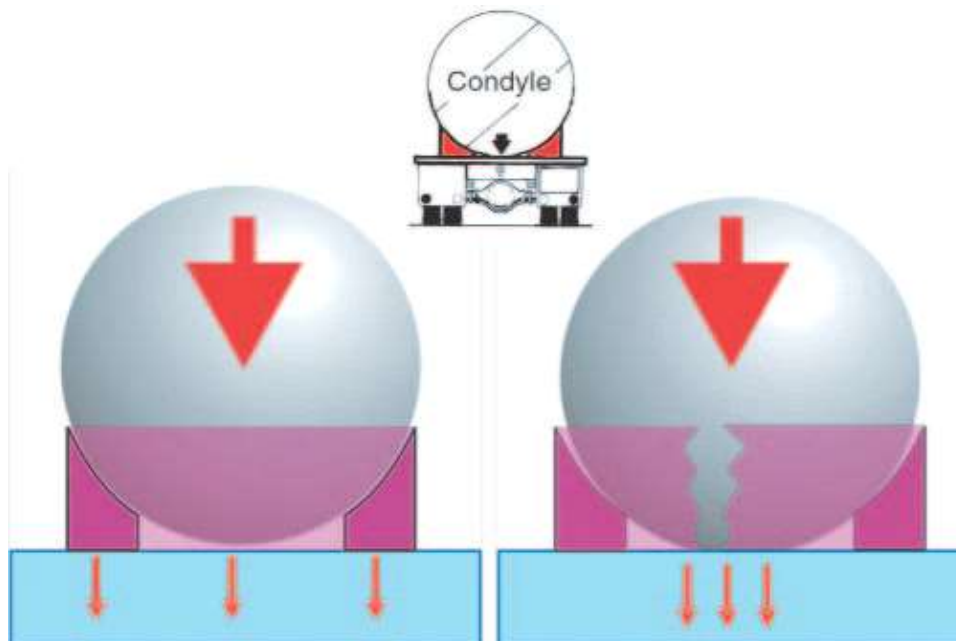


Figure 22: La répartition des contraintes

c. L'appareil extenseur:

Une des caractéristiques de l'appareil extenseur est l'existence de l'angle "Q" quadricipital.

La contraction quadricipitale, en fin d'extension active, entraîne le tibia en tiroir antérieur. En raison de l'existence de l'angle "Q", elle entraîne également une rotation interne du tibia (ou du moins elle tend à s'opposer à la rotation externe automatique). Tiroir antérieur et rotation interne sont capables d'entraîner la rupture du ligament croisé antérieur : il s'agit là d'un des mécanismes possibles de rupture isolée du croisé antérieur.

La connaissance de la physiologie des ligaments croisés a conduit au développement des techniques de reconstruction à 2 faisceaux, du LCA et du LCP. Leur supériorité par rapport aux techniques classiques (à un seul faisceau) n'a pas encore fait ses preuves.

IV. Etude clinique :

L'examen ménisco-ligamentaire du genou :

1. L'examen des ménisques :

Il commence par l'inspection à la recherche d'un déficit d'extension, d'un blocage fin (fig.23). Schématiquement, on examine les ménisques en flexion.

Il faut réveiller la douleur du patient la douleur est reconnue.

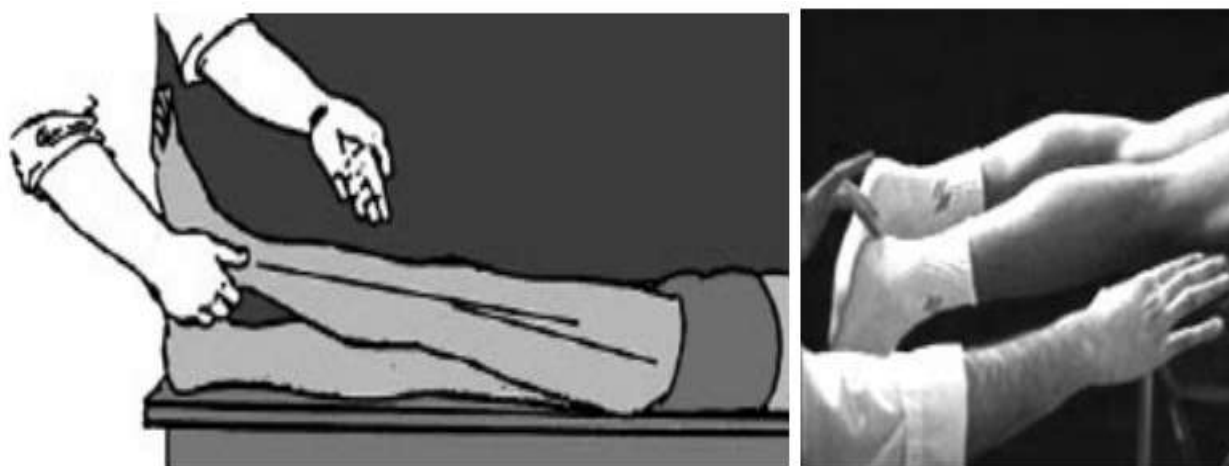


Figure 23 :examen du genou

Il existe plusieurs techniques pour sensibiliser la manœuvre dont le principe est le même : une contrainte sur un ménisque lésé est douloureuse tant du côté externe, qu'interne.

1.1 Douleur réveillée à la pression

La douleur réveillée à la pression se fait sur le genou à 90° de flexion pied au sol en déplaçant l'index sur l'interligne d'avant en arrière.

La douleur est le plus souvent réveillée en regard ou en arrière du ligament collatéral médial (LCM, anciennement LLI). (4)

Il s'agit du point douloureux méniscal interne (PDMI). Plus rarement, la douleur est antérieure, il faut évoquer soit une douleur s'intégrant dans une pathologie patellaire, soit une anse de seau du MI, soit une lésion de la corne antérieure du ménisque externe. Le point douloureux méniscal externe (PDME) peut

être présent sur tout l'interligne (fig. 24).



Figure 24 : la douleur reveillée à la pression

1.2 Douleur méniscale provoquée à la mobilisation

La mise en compression du ménisque par le condyle fémoral est favorisée par le fait que le ménisque recule lors de la flexion et inversement. La compression de la corne postérieure se fait ainsi en hyper-flexion. La compression de la corne antérieure se fait en hyperextension. Les manœuvres sont sensibilisées par la rotation tibiale qui fait avancer les cornes postérieures : douleur interne en rotation externe, et douleur externe en rotation interne.

- **La manœuvre de Mac Murray** (fig.25): la flexion forcée en rotation externe avec compression de l'interligne interne réveille la douleur du ménisque interne. On recherche un claquement avec la main qui palpe l'interligne. La manœuvre inverse permet de tester le ménisque externe.



Figure 25 : la manœuvre de MAC MURRAY

- **Le Grinding test de G. Apley**(fig. 26) : se fait en décubitus ventral genou fléchi. La compression en rotation externe et en rotation interne peut réveiller une douleur signant une lésion méniscale interne ou externe. Les mêmes rotations sans compression ne s'accompagnent pas de douleur sauf s'il existe une lésion ligamentaire périphérique.



Figure 26 : Le Grinding test de G. Apley

- **La manœuvre de Cabot** (fig. 27): le talon repose sur la crête tibiale controlatérale. Le genou est progressivement fléchi tandis que le talon suit la crête tibiale. Ce mouvement peut provoquer une douleur externe, le genou étant à 90° de flexion en position de Cabot (reposant sur l'autre membre). Le compartiment externe est mis en distraction par la pression sur le versant interne du genou, ce qui peut aussi provoquer la douleur. (5)



Figure 27 : La manœuvre de Cabot

1.3 Kyste du ménisque

Le kyste du ménisque externe, visible en extension et disparaissant en flexion, siège sur/ou au voisinage de l'interligne articulaire externe. Il est parfaitement visualisé en semi-flexion. Il disparaît en hyper-flexion réapparaissant lorsque l'on étend progressivement le genou et disparaît lors de l'extension complète.

2. L'EXAMEN DES LIGAMENTS OU LE TESTING DE LA LAXITÉ

1.1. Laxité frontale en extension

2.1.1 Laxité interne en extension

L'examineur empaume le talon d'une main et fait contre appui sur la face latérale du genou. Un mouvement de valgus sec est alors imprimé, puis relâché. La laxité interne se traduit par un bâillement interne.

C'est le caractère asymétrique de la laxité qui est pathologique.

Cette laxité s'explique soit par une lésion ligamentaire interne, soit par une usure fémorotibiale interne, soit les deux. Une laxité interne en extension doit faire suspecter la lésion d'un ligament croisé antérieur ou postérieur, jusqu'à preuve du contraire. (6)

2.1.2 Laxité externe en extension

L'examineur empaume le talon d'une main, l'autre fait contre appui sur la face interne du genou. Le mouvement du varus permet d'obtenir le bâillement externe. Le bâillement externe est physiologique.

Son caractère asymétrique est pathologique.

1.2. La laxité frontale à 30° de flexion

Même position que précédemment en déverrouillant le genou à 20°- 30°.

Laxité interne

Une laxité en valgus flexion rotation externe signe une lésion du LCM.

Laxité externe

Le varus flexion rotation interne explore les formations externes. Là encore, seul le caractère asymétrique de la laxité est pathologique. Le ligament collatéral médial est très bien palpé en position de Cabot où il est tendu comme une corde.

1.3. Les signes de laxité antérieure

2.3.1 Le test de Lachman-Trillat

L'examen est effectué sur un genou déverrouillé à 20° de flexion. Le talon repose sur la table d'examen. L'examineur empaume le tibia, le pouce étant placé sur la tubérosité tibiale antérieure (TTA). L'autre main maintient la cuisse quelques centimètres au-dessus de la rotule. La main tibiale imprime subitement une translation tibiale antérieure (fig. 28).

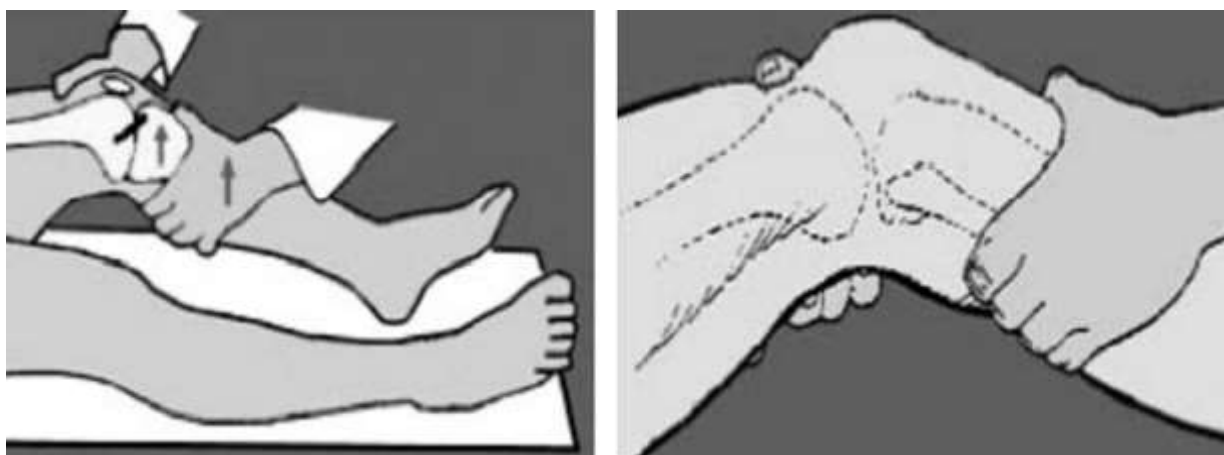


Figure 28 : le test de LACHMAN TRILLAT

On apprécie l'arrêt "dur" ou "mou" du tiroir en fin de course lors de la manœuvre de Lachman. La qualité de l'arrêt ou une différence de 3 à 5 mm par rapport au côté opposé affecte la cotation.

Si cette translation s'arrête avec un arrêt brutal, on parle alors de Lachman Trillat arrêt dur. Dans le cas contraire l'arrêt est mou.

L'arrêt mou est pathognomonique d'une rupture du ligament croisé antérieur (LCA).

Il est facile d'affirmer l'arrêt dur d'ailleurs parfaitement reconnu par le patient. Ce dernier perçoit la différence arrêt mou/arrêt dur controlatéral en cas de rupture du LCA unilatérale.

Lachman dans la réalisation de son test posait le pouce de la main distale à cheval sur l'interligne interne pour sentir le déplacement du tibia par rapport au fémur. (7)

Les mesures arthrométriques sont un plus pour le diagnostic mais aussi et surtout pour le suivi thérapeutique (figure. 29).

La mesure est bilatérale : la différence par rapport au côté opposé est notée. Une seule valeur est généralement notée. La valeur absolue a aussi un intérêt et mérite d'être recueillie à des fins prospectives.



Figure 29 : les mesures arthrométriques

➤ **L'extension active contrariée**

Elle peut être utile chez les sujets très gros ou musclés pour lesquels il est difficile de faire le tour de la cuisse avec la main, il est possible de placer son poing sous le genou, de maintenir la cheville sur la table avec l'autre main et de demander au patient de lever la jambe contre résistance. La contraction contrariée du quadriceps provoque l'avancée de la tubérosité tibiale antérieure.

C'est un test de débrouillage, il n'est positif qu'en cas de laxité importante. Mieux vaut étayer son diagnostic par des clichés radiologiques dynamiques.

2.3.2 Les ressauts

La mise en évidence du ressaut signe la rupture du LCA. Le ressaut est parfois absent alors que le LCA n'est pas intact. La recherche des ressauts est à faire systématiquement par les techniques habituelles. La cotation est habituelle : 1/3 ébauché, 2/3 franc, 3/3 explosif.

➤ **Le ressaut en extension ou test de Dejour**

Le pied du patient est calé entre le tronc et le coude de l'examineur. La main placée à plat sous le tibia translate celui-ci vers l'avant (force postéro-antérieure), genou en extension tandis que l'autre main, au niveau de la cuisse, exerce une force contraire (antéro-postérieure).

Le membre inférieur est amené légèrement en abduction par le coude de l'examineur, le ventre de celui-ci servant de bras de levier pour obtenir le valgus.

L'examineur imprime une flexion tout en maintenant la translation tibiale antérieure et le valgus.

A 20°-30° de flexion du genou le ressaut condylien externe apparaît avec réduction brutale du plateau tibial externe.

Signification : le valgus associé au tiroir antérieur translate le plateau tibial externe par rapport au condyle externe et les met en contrainte. La réduction brutale du plateau tibial externe convexe comprimé sous le condyle externe explique le ressaut.

➤ **Le pivot shift de Mac Intosh**

“When I pivotte my knee shifts” : c’est ainsi qu’un joueur de hockey décrivait ses symptômes : “quand je pivote, mon genou glisse”.

Mac Intosh propose un test pour reproduire le symptôme basé sur une contrainte appliquée sur le genou associant un valgus, une flexion avec ou sans rotation interne (figure. 30).



Figure 30 : le pivot shift de MAC INTOSH

➤ **Le Jerk test de Hughston (Jerk)**

Le patient est en décubitus dorsal, l’examineur soutient le membre inférieur de telle sorte que la cuisse soit fléchie à 45°, le genou à 90°, la jambe en rotation interne. La main inférieure saisit le pied qu’elle met en rotation interne tandis que l’autre main exerce une contrainte en valgus sur l’extrémité supérieure de la jambe.

La définition mécanique du Jerk est un changement brutal du rapport des deux surfaces, ce qui apparaît lors de la réduction de la subluxation en fin d’extension. Hughston accordait davantage d’importance aux phénomènes rotatoires.

2.3.3 Le tiroir antérieur à 90° de flexion ou tiroir antérieur direct

L'examineur s'assoit sur le pied du patient placé en rotation neutre, le genou à 90° de flexion. Il faut s'assurer avec les index de la détente des ischio-jambiers, les autres doigts enserrant l'extrémité supérieure du tibia et impriment une translation antérieure.

Le tiroir antérieur direct signe une rupture du LCA mais pour qu'il s'exprime, il faut une lésion concomitante des formations périphériques en particulier du ménisque interne ou du ligament ménisco-tibial qui, en flexion à 90°, forme une cale s'opposant à la translation tibiale antérieure. La présence d'un tiroir antérieur signe la rupture du LCA. Mais attention toute rupture du LCA ne s'accompagne pas forcément d'un tiroir antérieur. (8)

- **Le tiroir en Rotation externe** (pied en rotation externe) Il permet de tester les formations postéro internes (PAPI, corne postérieure du ménisque interne).
- **Le tiroir en Rotation interne** (pied en rotation interne) Il a une valeur séméiologique moins claire.

3 Les signes de laxité postérieure :

➤ Tiroir postérieur direct

Le sujet est en décubitus dorsal genou de 70 à 90° de flexion pied en rotation neutre. L'examineur s'assoit sur le pied du patient, pousse vers l'arrière avec ses deux pouces placés sur la TTA. Positif, c'est-à-dire en cas de recul du plateau tibial, ce test signe une rupture du LCP (fig. 31).



Figure 31 : tiroir postérieur direct

Paradoxalement, ce test est difficile à réaliser car le sujet se présente souvent dans cette position en tiroir postérieur spontané et il faut réduire la translation postérieure pour affirmer le tiroir postérieur et ne pas le confondre avec un tiroir antérieur.

La qualité de l'arrêt (dur, mou) n'a aucune signification lors de la manœuvre du tiroir postérieur. Ce qui implique une inspection du genou de profil pour rechercher un avalement de tubérosité tibiale antérieure, genoux fléchis à 90°, pieds reposant sur la table (fig. 32).



Figure 32 : inspection du genou de profil

On peut rapporter 2 tests qui permettent de mettre en évidence le tiroir postérieur et qui peuvent être utilisés en cas de doute :

- **Le test de Godfrey:** le patient est en décubitus dorsal, cuisses et genoux fléchis à 90°, jambes horizontales, les talons sont soutenus par l'examineur de telle sorte que les jambes sont parallèles à la table. Le test est positif lorsqu'on voit une chute en arrière de l'extrémité supérieure du tibia du côté lésé.
- **Le test de Muller :** dans la même position de départ que pour le tiroir postérieur à 90° de flexion, on observe l'avalement de la TTA. On demande au patient de contracter son quadriceps et avant que le talon ait pu se soulever du plan de la table, il se produit une réduction de la translation postérieure du tibia.

➤ **Tiroir postérieur en rotation externe**

Le pied est placé en rotation externe. Il est majoré en cas de lésion postéro-externe.

➤ **Tiroir postérieur en rotation interne**

Le pied est placé en rotation interne. Le TPI est habituellement moins important que le TP de 4 mm. Si le TPI est aussi important que le TP cela traduit une lésion du ligament méniscolfémoral interne, voire du LLI.

➤ **Test de Whipple**

Afin d'éviter le risque de translation du tibia lié à la gravité, le patient sera mieux examiné à plat ventre. Ce test est difficile. Il donne les mêmes informations que le classique test en tiroir postérieur, dans lequel le patient est en décubitus dorsal. Outre le fait qu'il évite la translation spontanée postérieure du tibia, c'est un test parfaitement non contraint.

➤ **La translation postérieure à 20° de flexion**

Une translation postérieure peut être décelée à 20° de flexion. Si cette translation postérieure reste équivalente au TP, il existe des lésions postéro-externes associées.

4 Les signes de laxité postéro-externe :

Le recurvatum asymétrique ou test de recurvatum rotation externe de Hughston

L'examineur est au pied du patient, il saisit les deux gros orteils et les soulève du plan horizontal de la table. Du côté lésé apparaît un varus-recurvatum. Pour Hughston, ce test intéresse les laxités périphériques graves invalidantes et ne peut exister que si le LCP est également rompu. En fait, le recurvatum test positif indique une rupture d'au moins un ligament croisé et une lésion postéro-externe. Le LCA est plus souvent rompu que le LCP.

L'hyperrotation externe

Elle traduit des lésions externes. L'examen est comparatif : RE à 20° de flexion: l'examineur est en bout de table et recherche une asymétrie de rotation qui peut être quantifiée en degrés puis RE à 90° de flexion.

Hypermobilité externe (HME)

Bien décrite par Gilles Bousquet, elle est recherchée genou à 90° de flexion, les mains de l'examineur empaument l'extrémité supérieure du tibia et impriment un mouvement de rotation externe. Positif, ce test traduit des lésions postéroexternes.

V. Moyens d'exploration du genou :

A. La radiographie standard :

Dans le cadre d'un traumatisme du genou, la réalisation de ces clichés est dictée par les critères d'Ottawa, lesquels ont une valeur prédictive négative de 100%.

(9)

Tableau 1 : les critères d'Ottawa

Critères d'Ottawa :
✓ Age inférieur à 10 ans ou supérieur à 55 ans
✓ Douleur isolée de la patella à la palpation
✓ Douleur à la palpation de la tête de la fibula
✓ Incapacité de flexion du genou à plus de 90°
✓ Incapacité de réalisation de quatre pas, immédiatement après le traumatisme et au moment de la consultation en urgence ;

1. Incidences de base :

Les examens 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. En effet, il a été démontré que la sensibilité de détection d'une fracture augmente sensiblement entre deux incidences de face et de profil (79%) et quatre incidences dont deux de base et deux obliques (85%) (10) .

2. Avantages :

- Moyen simple, accessible et reproductible.
- Grande sensibilité pour détecter les fractures (79-86%)
- Détecter des signes indirects d'une lésion grave (par exemple une fracture de Segond qui révèle une rupture du LCA)
- Diagnostiquer une pathologie chronique du genou

3. Limites :

- Pas d'étude des parties molles, notamment ligaments, ménisques et tendons.
- Irradiation non négligeable.



Figure 33: Radiographie de face (A) , de profil (B) et axiale de la rotule à 30° de flexion (C)

B. Echographie :

L'échographie a pris une place considérable dans la pathologie du genou puisque cette technique explore les tendons superficiels notamment le tendon rotulien et quadricipital et les muscles. (11) (12)

L'échographie est également très performante dans l'exploration des épanchements (hyarthroses et hémarthroses) et peut guider une éventuelle ponction.

1. Technique :

Une échographie du genou complète se fait par étude en quatre positions différentes : trois en décubitus dorsal (genou fléchi à 30°, genou fléchi à 60°, genou en extension) et une en décubitus ventral. Les coupes sont réalisées par une sonde linéaire de haute fréquence (7 à 18 Mhz) Doppler couleur est intéressant pour détection de la vascularisation des lésions et pour la détection des lésions vasculaires (anévrismes).

2. Avantages :

- Moyen non invasif, non traumatique, de coût non élevé, reproductible et facile d'accès.
- Bonne analyse des structures tendineuses et ligamentaires.
- Détection des épanchements intra-articulaires témoignant d'une souffrance intra-articulaire.
- Bonne analyse des ligaments collatéraux.

3. Limites :

- Mauvaise analyse des ménisques.
- Pas d'analyse du pivot central (topographie profonde).
- Mauvaise analyse des structures osseuses.

C. Scanner :

Le scanner est le meilleur examen permettant d'analyser les structures osseuses.

1. Technique :

Le patient est placé en décubitus dorsal dans une plateforme qui lui permettra d'accéder à l'anneau où se fera l'imagerie. L'examen dure environ dix minutes.

2. Avantages :

- Permet de faire le bilan complet d'une fracture complexe.
- Evaluation de la corticale osseuse
- Recherche de fractures occultes non visibles à la radiographie standard.
- Recherche d'érosions osseuses.
- Recherche de calcification des tissus mous. (13)

3. Limites :

- Accessibilité réduite
- Irradiation
- Mauvaise analyse des structures musculaires et tendineuses
- Mauvaise analyse des ligaments
- Mauvaise analyse du cartilage (Sauf arthroscanner qui est performant dans l'analyse de ce compartiment)

D. Arthro-TDM

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 indiqué, indisponible ou de qualité insuffisante (artefacts métalliques péri-articulaires)

1. Technique :

Après l'interrogatoire et un examen rigoureux du patient, on pratique une injection de produit de contraste intra-articulaire sous contrôle scopique et avec une asepsie. Ainsi, on injecte 10 cc de produit de contraste iodé et une goutte d'adrénaline ou 3 cc de Xylocaïne adrénalinée. Après 10 mn de quelques mouvements de flexion/extension jambe pendante, le patient est mis sur la table de scanner membre à examiner en légère flexion à 15°. Après un topogramme de profil, on réalise un paquet spiralé de 1 mm/1,5 mm. La reconstruction est faite en coupe de 0,6 mm d'épaisseur. Des reconstitutions multi-planaires sont ensuite obtenues, dans les plans frontal et sagittale, voire dans des plans obliques supplémentaires.

2. Les indications:

- Dans un contexte post-traumatique à la recherche d'une chondropathie traumatique trochléo-rotulienne.
- Dans le cadre d'une ostéo-chondrite condylienne, rotulienne, ou trochléenne, à la recherche d'une chondropathie, voire de fragments ostéochondraux libres.
- À la recherche d'une chondropathie ou d'une fissure de la synchondrose
- Etude de la synoviale et du contenu de la cavité articulaire, notamment à la recherche d'une ostéo-chondromatose synoviale.
- Recherche d'une lésion méniscale sur ménisque opéré.
- Recherche d'une languette méniscale luxée.

L'Arthro-TDM est en outre très performante dans le diagnostic des désinsertions méniscales et dans la mise en évidence des fragments déplacés, l'IRM étant en difficulté devant ces lésions (14), (15).

E. 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. Elle est principalement une technique chirurgicale mini-invasive qui se pratique au bloc opératoire sous anesthésie.

1. Technique :

Le chirurgien pratique sur le genou du patient de très courtes incisions afin d'y insérer dans le genou l'arthroscope, qui est une fibre optique rigide reliée à une caméra qui permet de visualiser l'ensemble des structures du genou (ménisques, ligaments, cartilage, cavité articulaire, membrane synoviale) sur un moniteur.

Si le traitement est envisagé, le chirurgien peut introduire des instruments miniaturisés. L'arthroscopie peut traiter un nombre important de lésions du genou :

- Déchirures du ménisque
- Lésions traumatiques du cartilage
- Arthrose du genou
- -Arthrites septiques du genou
- Lésions des ligaments collatéraux
- Ablation de corps étrangers intra-articulaires
- Excision d'adhérences synoviales

2. Avantages :

- Caractère moins invasif que la chirurgie conventionnelle
- Risques et complications moindres que la chirurgie conventionnelle
- Durées d'hospitalisations plus courtes et récupération postopératoire plus rapide.

3. Limites :

- Complications peropératoires (lésion vasculaire, bris de matériel, lésions nerveuses)
- Complications postopératoires (thromboemboliques, arthrite, hémarthrose, épanchement liquidien, algodystrophie)
- Résultats chirurgicaux insuffisants.

F. Arthro-IRM :

Il s'agit d'une technique émergente, en cours d'évaluation, dont les indications principales au genou sont le bilan d'une ostéochondrite et les récurrences de lésion méniscale sur un ménisque opéré, notamment après résection méniscale importante. Elle sensibilise la recherche de désinsertion ménisco-capsulaire, de corps étranger, de plicae synoviales, et de lésion cartilagineuse.

G. Imagerie par résonance magnétique (IRM) :

L'IRM du genou est l'IRM articulaire la plus demandée, vu la fréquence de pathologies traumatiques et ses performances proches de 95% de sensibilité et de spécificité pour l'exploration de la pathologie ménisco-ligamentaire. En plus d'être non invasive et non traumatique.

1. Technique :

1.1. Antenne :

Une antenne de surface est indispensable afin de réduire le champ d'examen et d'augmenter la résolution spatiale ; par ailleurs, l'utilisation d'antennes de surface améliore le rapport signal/bruit et diminue donc le temps d'examen. La plupart d'entre elles sont de type circonférentiel entourant la totalité du genou. On peut utiliser dans certains cas des antennes flexibles au contact d'une zone particulière à explorer.



Figure 34: Antenne de réception du genou

1.2. Aimant :

Les aimants super conducteurs qui utilisent un champ magnétique homogène de force comprise entre 0,5T et 2T sont les plus populaires et les plus répandus. Le principal avantage des aimants à haut champ magnétique est le grand rapport signal/bruit (16)

Les aimants à bas champ magnétique peuvent obtenir le même ratio mais avec un temps d'examen plus long. (17)

1.3. Bobines de gradient de champ magnétique :

Il s'agit de trois bobines métalliques enfermées dans un cylindre en fibres de verre et placées autour du tunnel de l'aimant. Le passage d'un courant électrique dans ces bobines crée des variations d'intensité du champ magnétique dans le tunnel, de façon linéaire dans le temps et dans l'espace. En fonction de sa géométrie, chaque bobine fait varier le champ magnétique selon un axe spécifique. Ce sont les structures indispensables à la bonne récréation des structures anatomiques.

1.4. Correcteurs du champ magnétique :

Ce sont des dispositifs qui permettent de corriger les défauts d'inhomogénéité du champ magnétique principal lesquels peuvent résulter soit de facteurs liés à l'environnement ou de la simple présence du patient dans le tunnel.



Figure 35: L'appareil IRM du service de Radiologie – Hôpital militaire Moulay Ismaïl de Meknès

1.5. Protocole de l'examen :

1.5.1. Installation du patient :

Le patient est en décubitus dorsal. Le genou à explorer est placé au milieu de l'antenne en position spontanément confortable, si possible légèrement fléchi pour diminuer le volume partiel avec le toit de l'échancrure qui obscurcit la partie antérieure du ligament croisé antérieur (LCA). (18) Une légère rotation externe peut faciliter l'étude du LCA sur les coupes sagittales mais n'est pas recherchée de façon systématique.

1.5.2. Séquences à utiliser :

Il n'existe pas de séquence de référence : la performance diagnostique de l'examen repose sur plusieurs séquences et différents plans de coupe Séquences en pondération en densité de proton T2, ou en T2 fast spin-echo (FSE), avec suppression du signal de la graisse (fat sat) : elles sont utilisées habituellement dans les trois plans, et permettent notamment d'apprécier l'os sous chondral, leur rentabilité diagnostique apparaît supérieure à celle des séquences T1 Séquences en pondération T1, écho de spin (SE) : elles sont toujours utilisées car elles ont une bonne résolution spatiale et en contraste.

Les séquences en écho de gradient sont très sensibles aux artefacts (notamment métalliques) et posent des problèmes, en particulier dans la détection de l'œdème osseux. Les séquences en FSE sont équivalentes aux séquences SE en termes de performance pour le LCA et leur usage systématique pour l'exploration des ménisques, après avoir été contesté est désormais largement répandu. ((19), (20), (21), (22))

L'étude des plasties du LCA repose sur des séquences T1 et surtout T2 SE.

L'injection de gadolinium n'est pas indiquée dans le genou traumatique mais elle est très utile dans les pathologies tumorales et inflammatoires.

Les séquences supprimant le signal de la graisse sont artefactées en cas de corps étranger métallique.

Tableau 2: choix des séquences d'imagerie par résonance magnétique IRM dans l'exploration du genou traumatique.

Pondération	Avantages	Inconvénients	Indications	
T1	Écho de spin	- qualité constante - durée brève - anatomique - bon rapport signal/bruit	- mauvais contraste des structures extraosseuses - ménisques (sensibilité)	toujours réalisée
	Écho de gradient	rapidité	- baisse du rapport signal/bruit donc baisse de la résolution spatiale - susceptibilité aux artefacts	
	Écho de spin injectée	- rapidité - absence d'artefacts		<i>Fat sat</i> associée préférable
	Écho de spin injectée <i>Fat sat</i>	« anatomique » et « scintigraphique » la visibilité de la prise de contraste des structures vasculaires et inflammatoires est améliorée par la suppression du signal de la graisse		plasties du LCA ; proposé dans les traumatismes à la phase aiguë
T2	Écho de spin classique	peu artefacté	- durée longue - faible rapport signal/bruit - mauvais contraste	seule indication : présence de matériel métallique
	<i>Fast SE</i> Écho de gradient	rapide sensibilise la recherche de liquide	graisse et liquides de même signal - trop sensible aux hypersignaux méniscaux - peu sensible par ailleurs (œdème et graisse de même signal) - susceptibilité magnétique encore majorée sur les dernières machines à haut champ	peu d'intérêt sans <i>fat sat</i> en voie d'abandon ; proposé en complément dans les désinsertions méniscocapsulaires
DP	<i>Fast SE</i> , <i>Fat sat</i>	- durée brève - bon rapport signal/bruit - contraste excellent	- sensibilité aux artefacts - flou : choisir train d'échos < 5 - Inhomogénéité de la suppression de graisse	meilleur compromis actuel
Arthro-IRM T1, T2		sensibilise la recherche de déchirures méniscales résiduelles ou itératives, de corps étranger, de lésion cartilagineuse	injection intra-articulaire	en cours d'évaluation

DP : densité de proton ; SE : spin echo ; LCA : ligament croisé antérieur.

1.5.3. Plans de coupe :

Le plan de référence est le plan bi-condylien.

Les coupes sagittales, perpendiculaires au plan bi-condylien, sont systématiquement réalisées, permettant une bonne étude des cornes antérieure et postérieure des ménisques ainsi que des ligaments croisés.

Les coupes frontales, parallèles au plan bi-condylien, sont systématiques et permettent d'analyser la partie moyenne des ménisques ainsi que les ligaments collatéraux.

Des coupes axiales complémentaires améliorent la performance de l'examen en recoupant les informations obtenues dans les autres plans (croisés, points d'angle, articulation fémoro-patellaire).

1.5.4. Épaisseur de coupe :

Elle doit être suffisamment fine (entre 3 et 4 mm) afin de diminuer les effets de volume partiel sans altérer le rapport signal sur bruit, avec une distance inter coupes aussi petite que possible.

1.5.5. Champ d'exploration :

Il varie entre 120 et 200 mm selon les machines. Le plus souvent, il est de 160 mm.

1.6. Limites de l'IRM :

Les limites de l'IRM sont les suivantes :

- l'IRM est moins performante pour la détection des lésions méniscales associées aux lésions ligamentaires (23)
- La désinsertion ménisco-capsulaire, bien visualisée en arthrographie, reste de diagnostic difficile en IRM.
- Des contusions méniscales d'origine traumatique ont été décrites,

caractérisées par un hypersignal amorphe, mal limité, non linéaire, d'intensité moindre que dans les lésions de grades 1 et 2 et pouvant atteindre une surface articulaire.

- Ces contusions sont constamment associées, à la phase aigüe, à des contusions osseuses, surtout tibiales, prédominant sur le segment postérieur du ménisque médial, et sont très souvent associées à une rupture du LCA.
- Elles régressent ou restent stables dans le temps. Elles doivent être différenciées des lésions de grade 3 qui peuvent impliquer une sanction chirurgicale. Lorsque la lésion est peu évidente, il est intéressant de rechercher des signes indirects associés comme un épanchement intra-articulaire, un kyste méniscal, un œdème péri-méniscal ou bien du ligament collatéral au contact ou une instabilité méniscale.

Un œdème osseux sous-chondral linéaire ou non, ou bien un œdème situé autour des canaux vasculaires le long des épiphyses tibiales ou fémorales a une spécificité élevée pour la présence d'une lésion méniscale (24).

1.7. Contre-indication :

Essentiellement liées au champ magnétique utilisé et son interaction avec les objets métalliques environnants.

- Corps étranger métallique intra oculaire.
- Stimulateur cardiaque (pacemaker) : risque de dysfonctionnement
- Valve cardiaque métallique
- Clips vasculaires métalliques
- Allergie au Gadolinium si pathologie nécessitant une injection de Gadolinium.

Une limite d'ordre purement matériel essentielle est à noter concernant l'IRM :

c'est la difficulté d'accessibilité et le coût élevé de l'examen.

1.8. Radio anatomie du genou :

1.8.1. Structures osseuses :

- Os médullaire :

En séquences « écho de spin » T1 et en densité protonique, l'os médullaire des extrémités osseuses présente un signal très intense (blanc) dû à son contenu graisseux, riche en protons libres. Le signal est intermédiaire en pondération T2. En séquences « écho de gradient », la moelle osseuse présente un signal plus faible et un aspect un peu granuleux.

Au niveau métaphysaire, le contenu médullaire est également graisseux chez l'adulte. Cependant, il est possible d'observer en T1 des zones de moelle hématopoïétique de signal intermédiaire, surtout au niveau de la métaphyse fémorale distale. Ces hyperplasies médullaires bénignes s'observent chez des sujets sains et en cas d'anémie.

- Os cortical :

Il apparaît comme une structure linéaire d'intensité de signal faible (noir). La présence des rainures condylo-trochléennes donne une empreinte au niveau de l'os sous-chondral pouvant simuler une lésion ostéochondrale. L'os sous-chondral tibial peut sembler exagérément épaissi, surtout sur les images en écho de spin, à cause d'un artefact appelé le « déplacement chimique » (chemical shift artefact). (25), (26), (27), (28), (29) figure 36 .

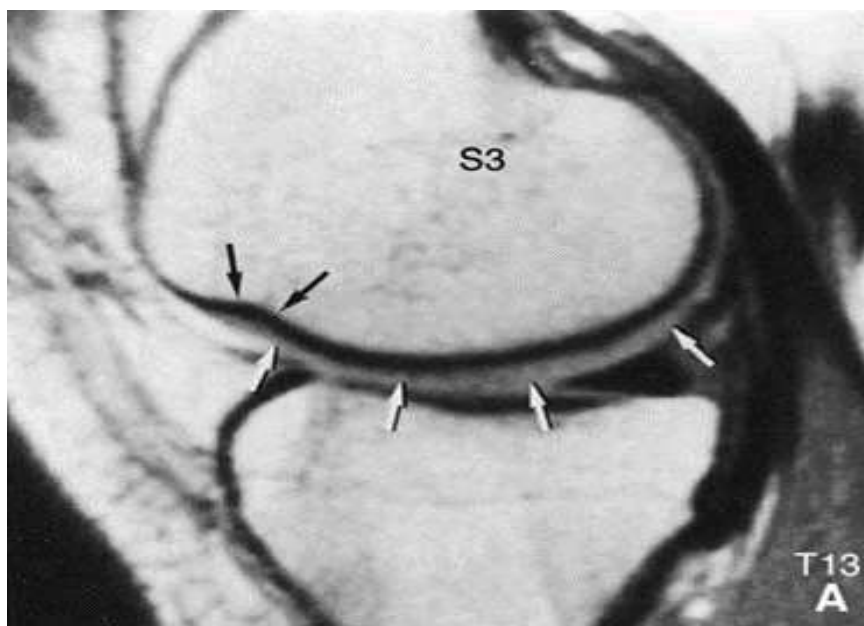


Figure 36: A Coupe sagittale passant par le compartiment interne (séquence ES-DP). Fausse image de lésion ostéochondrale produite par l'empreinte sous-chondrale de la rainure condylo-trochléenne (flèches noires). L'os sous-chondral apparaît comme une bande noire revêtue par une couche cartilagineuse de signal intermédiaire (flèches blanches).

1.8.2. Cartilage articulaire :

Les surfaces articulaires sont revêtues d'une couche de cartilage hyalin, appelé cartilage articulaire ou de revêtement. Son épaisseur est proportionnelle à la pression supportée par l'unité de surface. Sur des images écho de spin en densité de protons, le cartilage hyalin émet un signal d'intensité intermédiaire et homogène, situé entre celui de la médullaire osseuse et celui des muscles. En effet, le cartilage hyalin est riche en eau (75 %) en raison de l'abondance des fibres collagènes de type II.

Celles-ci contiennent de plus grandes quantités d'hydroxylysine que les fibres de type I des ménisques, tendons et fascias.

Le cartilage apparaît sous forme d'une bande régulière et concentrique de 3 à 4 mm d'épaisseur, recouvrant l'os sous- chondral. Sur les séquences T2, la présence de liquide intra- articulaire (de signal intermédiaire en densité de protons, hyperintense en T2 permet d'apprécier avec plus de précision l'état du contour cartilagineux, grâce à son effet arthrographique.

Néanmoins, en écho de spin, l'artefact de déplacement chimique (dû à la différence de fréquence de résonance des protons du cartilage hyalin et de la graisse médullaire) entraîne un épaissement apparent du cartilage et de l'os sous-chondral tibial et un amincissement artificiel du cartilage fémoral (ce phénomène dépendant de la direction du codage en fréquence) .Cet effet paraît moins prononcé sur les coupes de densité protonique obtenues en séquence écho de spin T2 rapide à haute résolution, utilisant une matrice de 512 .

En séquence écho de gradient tridimensionnelle (3D), l'artefact de déplacement chimique est beaucoup moins prononcé. Cet avantage, couplé à la diminution de l'effet de volume partiel (par l'utilisation de coupes inframillimétriques) et à l'augmentation des artefacts de susceptibilité magnétique (entraînant une meilleure différenciation entre l'os sous- chondral et le cartilage articulaire).

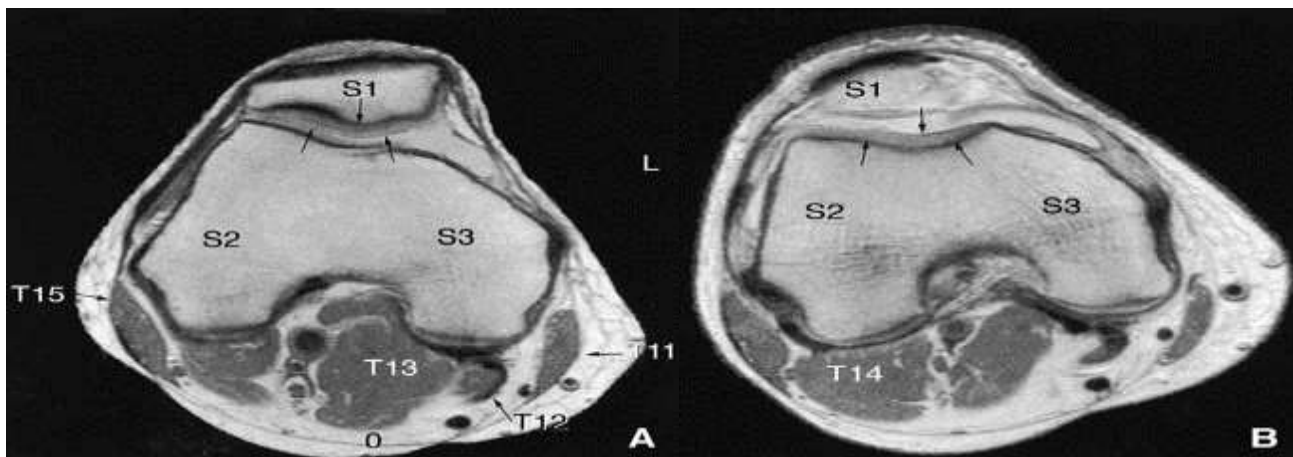


Figure 37: A, B. Coupes axiales passant par le compartiment fémoropatellaire (en séquence ESR-DP).

L'épaisseur du cartilage rotulien (A, flèches) et du cartilage trochléen (B, flèches) est bien appréciée sur des coupes de densité protonique.

1.8.3. Ménisques :

La concordance entre les cavités glénoïdes et les condyles fémoraux est obtenue par l'interposition, entre le tibia et le fémur, des ménisques intra-articulaires ou fibrocartilages semi-lunaires. On distingue un ménisque externe ou latéral et un ménisque interne ou médial, différant par leur forme et leurs attaches tibiales. Chacun d'eux est une lame prismatique.



Figure 38 : Coupes sagittales paramédianes successives (séquence ES-DP) montrant les insertions tibiales des ménisques interne et externe.

A : Zone d'insertion de la corne postérieure du ménisque interne (M8) située en avant et légèrement en dedans de la zone d'attache du ligament croisé postérieur.

B : Zone d'insertion de la corne postérieure du ménisque externe (M3) en arrière des épines tibiales, devant la zone d'attache tibiale du ligament croisé postérieur (étoile) et zone d'insertion de la corne antérieure du ménisque externe (M1).

1.8.4. Ligaments :

Les ligaments qui renforcent la capsule articulaire comportent les ligaments antérieurs, les ligaments latéraux internes et externes et les ligaments postérieurs (les ligaments croisés antérieur et postérieur). En IRM, les ligaments et les tendons présentent un signal de faible intensité, se distinguant aisément des tissus graisseux avoisinants.

- **Ligaments antérieurs**

On peut distinguer un plan capsulaire profond comprenant des ligaments qui peuvent être considérés comme des épaissements de la capsule, les ailerons rotuliens. Les ailerons sont deux lames fibreuses minces.

Aileron rotulien externe

Il est constitué de deux chefs, superficiel et profond. Le chef superficiel prend son origine au niveau de la bandelette iliotibiale et de l'aponévrose du muscle vaste externe et s'insère en avant sur le bord externe de la rotule et le tendon rotulien. Le chef profond est formé par différentes structures : le ligament transverse, le tractus tibiorotulien et le tractus épicondylo-rotulien.

Le ligament transverse a une largeur de 1 à 2 cm et présente un trajet horizontal entre la portion profonde du tractus iliotibial jusqu'au bord externe de la rotule. Le tractus tibiorotulien part de la rotule, au bord inférieur du ligament transverse, et s'insère sur le tibia proximal et le ménisque externe.

Le tractus épicondylo-rotulien s'étend de la rotule, au niveau du bord supérieur du ligament transverse pour s'insérer sur l'épicondyle externe et le fascia intermusculaire.

Le ligament collatéral fibulaire est en relation étroite avec l'aileron rotulien externe, mais n'en fait pas spécifiquement partie.

Aileron rotulien interne

Il a également une portion superficielle et profonde. Le chef superficiel résulte de la confluence des fibres du fascia entourant les muscles couturier et vaste interne, des fibres du tendon du vaste intermédiaire et des fibres du chef superficiel du ligament collatéral interne. La partie profonde est constituée de trois ligaments ou épaissements aponévrotiques distincts : le ligament fémoro-rotulien interne (LFRI), le ligament ménisco-rotulien (LMR) et le ligament tibiorotulien (LTR).

Le LFRI (le plus grand et le plus important cliniquement) naît du tubercule des adducteurs et se termine sur le bord interne de la rotule où ses fibres fusionnent avec le tendon du vaste intermédiaire. Le LMR (autre stabilisateur important de la rotule) s'étend obliquement du bord rotulien pour s'insérer sur le ménisque interne et le ligament coronaire. Le LTR (stabilisateur moins important) part de la partie interne de la rotule jusqu'à la partie antéro-interne du tibia.



Figure 39: Visualisation des ailerons rotuliens (Flèches) sur coupe axiale passant par la rotule en séquence DP

Visualisation du ligament jugal (Flèche rouge) sur coupe sagittale

- **Ligaments croisés**

Les ligaments croisés sont extrasynoviaux, mais font partie du compartiment intra-articulaire. Ce sont deux cordons fibreux courts et épais qui s'étendent de l'espace interglénoïdien du plateau tibial à l'espace intercondylien du fémur.

Ligament croisé antérieur

Il s'étend obliquement du plateau tibial antérieur à la face interne du condyle externe (ou latéral) et apparaît sous forme d'une fine bande hyposignale souvent légèrement plus intense que le ligament croisé postérieur.

Le ligament croisé antérieur, généralement constitué de deux ou trois faisceaux principaux, a un trajet presque rectiligne. Ses faisceaux sont responsables des images linéaires hyposignales observées au niveau de l'insertion tibiale sur les coupes sagittales et frontales. En raison de son obliquité, il est parfois impossible de visualiser le ligament croisé antérieur sur toute sa longueur dans le plan sagittal.

Au niveau de la partie proximale du ligament croisé antérieur, un effet de volume partiel avec le condyle fémoral externe peut simuler une fausse image de déchirure ligamentaire ou de lésion intramédullaire osseuse.

Ligament croisé postérieur

Il est de signal faible ; il est plus épais et plus large que le ligament croisé antérieur. Son trajet est courbe dans le plan sagittal et oblique dans le plan coronal. Il s'insère en arrière à la partie postérieure de la fosse intercondylienne et en avant sur la face interne du condyle interne ou médial, au niveau de l'échancrure intercondylienne. Comme pour le ligament croisé antérieur, l'insertion fémorale du ligament croisé postérieur peut simuler une déchirure ligamentaire ou une lésion de l'os médullaire par effet de volume partiel.

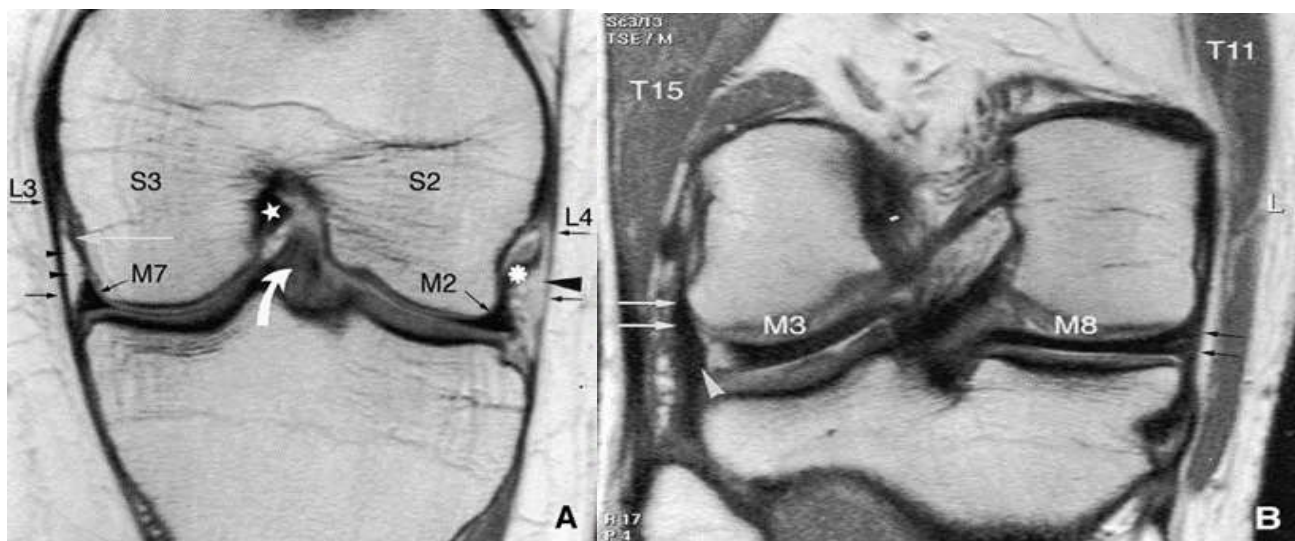


Figure 40 : A Coupe frontale passant par les cornes méniscales moyennes (en séquence ESR-DP) et par le ligament collatéral interne.

B : Sur cette coupe frontale un peu plus postérieure que la précédente, la partie périphérique du ménisque interne est solidaire au plan capsuloligamentaire (flèches noires).

1.8.5. Structures capsuloligamentaires internes :

Les structures capsulaires et ligamentaires soutenant le genou du côté interne peuvent être subdivisées en trois couches.

La plus superficielle est le fascia crural profond, la seconde correspond à la portion superficielle du ligament latéral interne et la troisième à la portion profonde du ligament latéral interne, à la capsule et au LMR ou ligament méniscopepatellaire.

- La couche superficielle, qui est donc formée par le *fascia crural profond*, est en continuité, antérosupérieurement, avec le fascia recouvrant le muscle vaste interne et, postérieurement, avec le muscle couturier. Les couches superficielle et intermédiaire se joignent antérieurement pour former l'aile rotulien interne.
- La composante principale de la couche intermédiaire est la *portion superficielle du ligament latéral interne* ou *ligament collatéral tibial ou médial*. Le faisceau superficiel est étroit ; il est tendu du tubercule condylien à la face médiale du tibia (en arrière des tendons de la patte-d'oie). On y trouve des fibres d'orientation verticale (composante verticale) et oblique (composante oblique). La composante oblique est située postérieurement. La couche intermédiaire fusionne postérieurement avec la couche profonde et s'attache à la partie postérieure du ménisque interne.
- Cette structure conjointe est aussi appelée le *ligament postérieur oblique*. Elle est renforcée par des fibres provenant du tendon du demi-membraneux et de sa gaine synoviale. Elle enveloppe la partie postérieure du condyle fémoral interne où elle est appelée le *ligament poplité oblique*.
- La troisième couche est formée par la partie profonde du ligament latéral interne. Le faisceau profond s'insère également sur le tubercule condylien et se termine en périphérie du plateau tibial, débordant en avant et en

arrière le faisceau superficiel. Il est antérieurement en continuité avec la capsule du récessus suprarotulien. Il est composé de fibres adjacentes au ménisque et des extensions ménisconfémorales et méniscotibiales (ou *ligament coronaire*). La *bourse du ligament latéral interne* (non visualisée lorsqu'elle n'est pas distendue) est située entre les portions superficielle et profonde du ligament, à hauteur du tiers moyen du genou. Une fine couche graisseuse permet parfois de distinguer les parties profonde et superficielle du ligament latéral interne. ((30), (31), (32)

- Structures capsuloligamentaires externes (stabilisateurs du point d'angle postéroexterne) :
- Le point d'angle postéroexterne du genou (PAPE ou « *arcuate complex* » des Anglo-Saxons) est stabilisé par un complexe de ligaments et de tendons.
- Le *ligament latéral externe ou collatéral fibulaire ou latéral* est totalement indépendant de la capsule et du ménisque externe. Ce ligament épais (4 à 5 mm) s'insère en haut sur la tubérosité du condyle fémoral externe et descend un peu obliquement en bas et en arrière pour s'attacher à l'extrémité supérieure du péroné (ou fibula) où il rejoint le tendon bicipital pour former le tendon conjoint.
- Le ligament latéral externe est visualisé au mieux sur des coupes coronales postérieures, sous forme d'une fine bande hyposignale. Il est séparé de la périphérie du ménisque externe par une épaisse couche graisseuse. Sa portion proximale est située superficiellement par rapport à l'origine du tendon poplité.
- En dehors du ligament latéral externe, on met en évidence le *ligament poplité arqué* qui prend son origine à l'extrémité supérieure de la tête du

péroné et est composé de deux bandes. La bande externe s'étend au-dessus et fusionne avec la partie postérieure de la capsule articulaire. La bande interne a un trajet supéro-interne et rejoint le ligament poplité oblique de Winslow.

- Le *muscle poplité* prend son origine au niveau de la partie postéro-interne du tibia et s'étend du côté supéroexterne pour devenir le *tendon poplité*. Ce tendon pénètre la jonction méniscocapsulaire de la corne postérieure du ménisque externe au niveau de l'hiatus poplité et s'insère au niveau d'une petite fossette située à la face externe du condyle fémoral externe
- . Sur les coupes sagittales périphériques, l'insertion du tendon poplité dans la fossette condylienne peut créer, par effet de volume partiel, une fausse image de lésion médullaire osseuse.

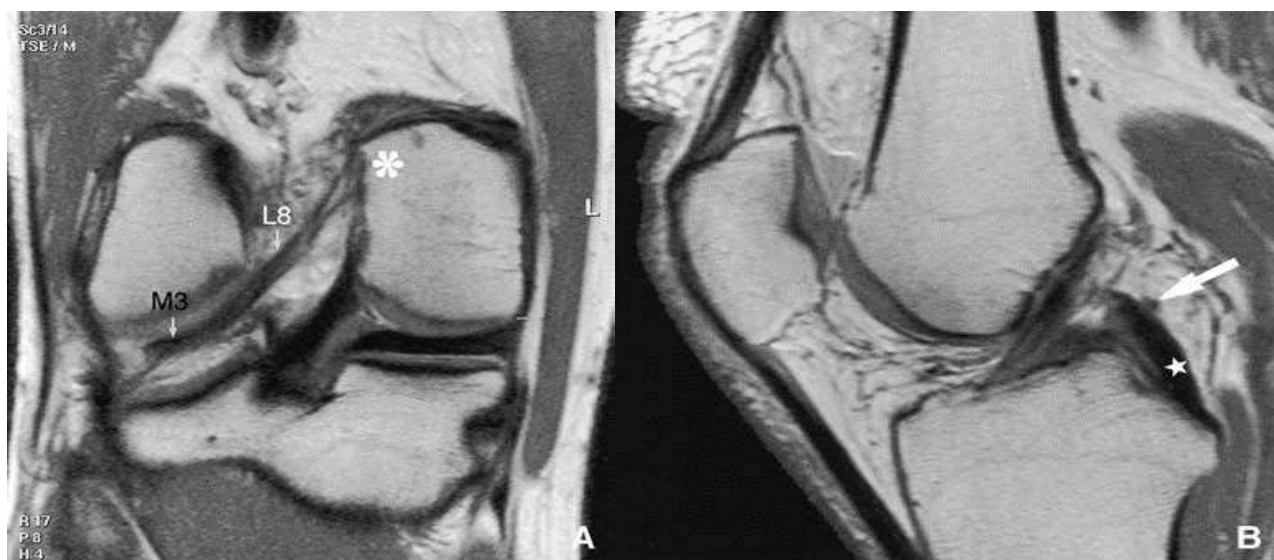


Figure 41 :A Coupe coronale en séquence ESR–DP passant par la partie la plus postérieure des condyles fémoraux et montrant le ligament méniscofémoral de Wrisberg (L8).

Il s'agit d'une bande linéaire oblique tendue entre la corne postérieure du ménisque externe (M3) et la face postéroexterne du condyle interne (astérisque). B Coupe sagittale en séquence ES–DP montrant le ligament de Wrisberg (flèche) situé en arrière du ligament croisé postérieur, dont on reconnaît la portion distale (étoile).

1.8.6. Vaisseaux, nerfs, muscles et paquet adipeux :

- Les vaisseaux apparaissent de signal variable en fonction des séquences utilisées, du plan de coupe et de la vitesse du flux sanguin circulant.
- Les nerfs présentent un signal assez intense dû au contenu graisseux de la myéline.



Figure 42: Visualisation du pédicule poplité (Flèche n°4) en coupe coronale

Les différentes structures musculaires sont de signal intermédiaire, et individualisables par l'interposition de tissu graisseux de signal hyperintense.

- Antérieurement, on trouve le muscle quadricipital comprenant les vastes interne, externe et intermédiaire, ainsi que le droit antérieur.
- Postérieurement, on trouve du côté interne, les tendons des muscles de la patte-d'oie (droit interne, demi-membraneux et demi-tendineux) et le muscle jumeau interne ; du côté externe, le muscle jumeau externe et le muscle biceps crural.

- Plus latéralement, on distingue le tractus iliotibial (ou bandelette iliotibiale) et les muscles ischiojambiers. Sur des coupes axiales passant par les plateaux tibiaux ou sur des coupes coronales passant par le creux poplité, on peut également visualiser les muscles poplités, long péronier et soléaire.
- Il existe plusieurs paquets adipeux dans l'articulation du genou. Chacun d'eux est compris entre la capsule articulaire du côté externe et la cavité articulaire délimitée par la synoviale du côté interne. Ils sont donc intracapsulaires mais extrasynoviaux. Les trois paquets adipeux antérieurs comprennent le paquet adipeux suprapatellaire antérieur, quadricipital (PAQ), le paquet adipeux suprapatellaire postérieur, épais et de localisation préfémorale et le paquet adipeux infrapatellaire de Hoffa (PAH).

Le PAQ est délimité par le tendon quadricipital, la capsule synoviale formant la bourse suprapatellaire et le pôle supérieur de la rotule.

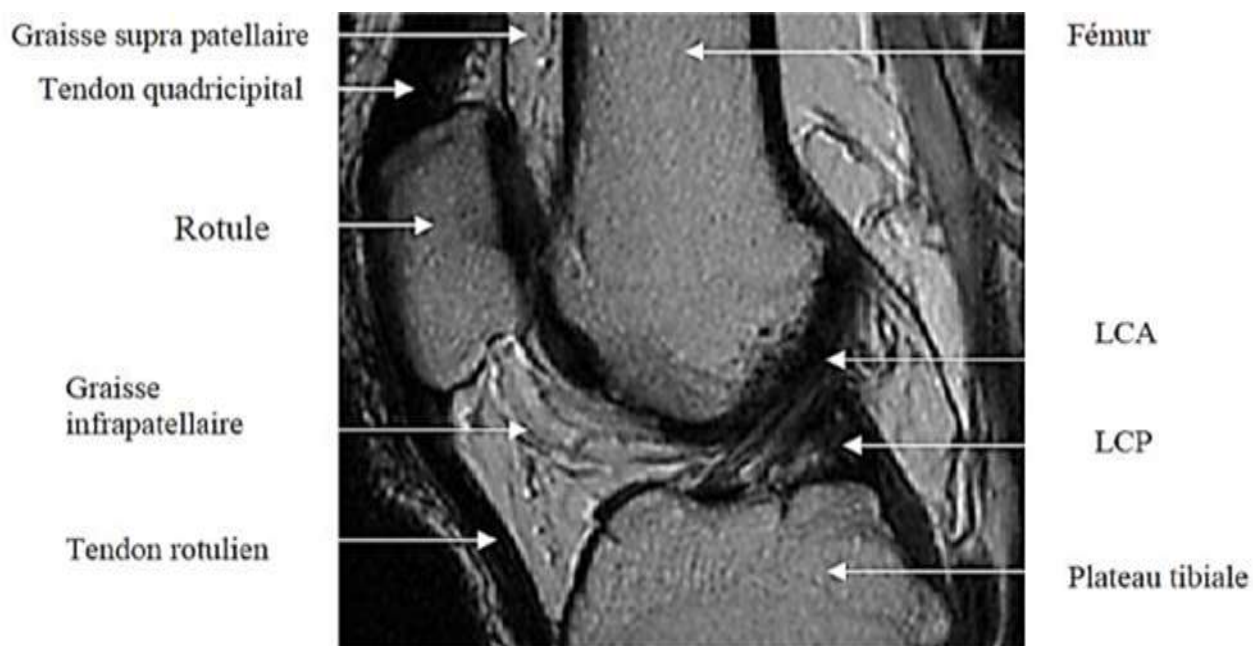


Figure 43: Visualisation des paquets adipeux du genou sur coupe sagittale en T2

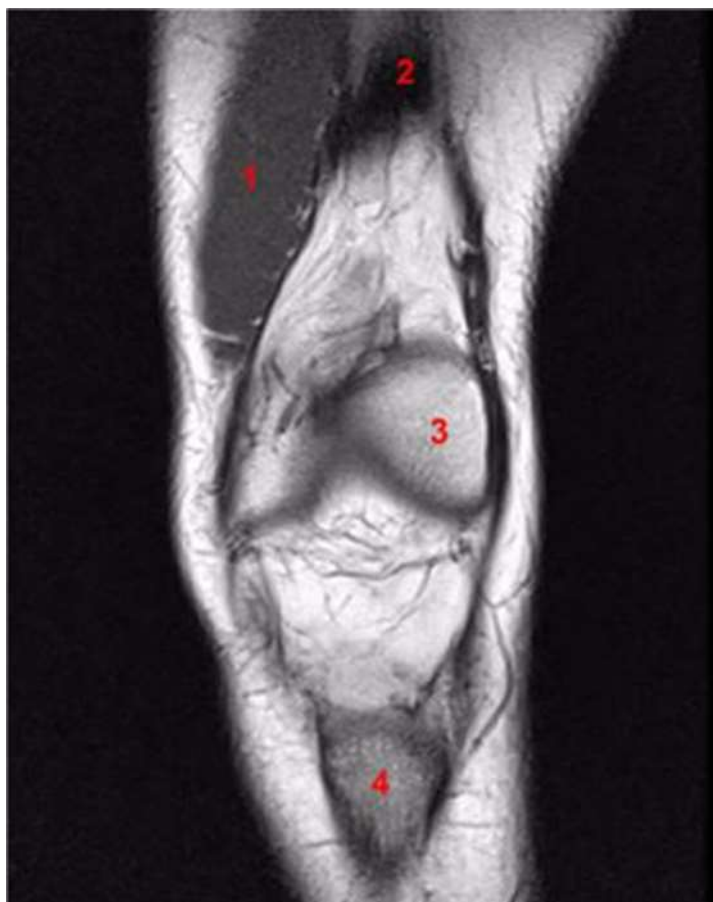


Figure 44: Visualisation du vaste latéral (1) accompagné du tendon du quadriceps fémoral (2) en coupe coronale T1

PAP est délimité antérieurement par la capsule synoviale formant la bourse suprapatellaire et le périoste fémoral supra-condylien par sa surface postérieure.

Le PAH est délimité en haut par le pôle inférieur de la rotule, antérieurement par la capsule articulaire et le tendon rotulien, en bas par le tibia proximal et la bourse infrapatellaire profonde et postérieurement par la cavité articulaire. Il est attaché à l'échancrure intercondylienne en haut par le repli synovial infrapatellaire ou ligament muqueux. Il est aussi directement attaché en bas aux cornes antérieures des ménisques et au périoste tibial. Le ligament transverse (géniculé) passe par la partie postérieure du PAH. Il traverse la fente au niveau de sa partie antérieure ou antérosupérieure.

Dans 90 % des cas, une fente est décelée à la partie postérieure du PAH. Elle est localisée directement sous l'insertion du ligament muqueux sur le paquet adipeux, qui est lui-même situé juste devant l'insertion du ligament croisé antérieur.

Le ligament muqueux forme le toit de la fente, qui est recouverte d'une membrane synoviale. Le ligament muqueux prend son origine dans l'échancrure intercondylienne, son insertion dans le PAH n'est que rarement visualisée en résonance magnétique. Il a comme fonction de maintenir la configuration du PAH et de l'empêcher de se déplacer antérieurement, même en présence d'un épanchement articulaire important.

La fente représente une extension potentielle de la cavité articulaire. Une large fente peut simuler un processus pathologique. C'est pourquoi, il est important de connaître les variétés d'apparence de la fente afin d'éviter toute confusion avec des anomalies pathologiques. (33), (34), (35), (36)).

DEUXIEME PARTIE :

MATERIELS ET METHODES

I. Population étudiée :

Notre série comporte 20 patients colligés au sein du service de Radiologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès en collaboration avec le service de traumatologie, sur une période de 3 ans. Les critères d'inclusion de ces patients :

- Patients ayant souffert de traumatisme du genou (AVP, Accidents de travail, Accident de sport, Activités journalières) avec des lésions ligamentaires et ayant bénéficié d'une IRM pour explorer le genou traumatisé.

Les patients exclus étaient ceux :

- Dont la radiographie initiale a révélé une fracture du genou, articulaire ou extra-articulaire puisque ces patients ont bénéficié d'une IRM, pour différentes indications, après avoir été traités.
 - Dont les données anamnestiques ou radiologiques étaient incomplètes.
- Tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie standard première.

Ces patients ont bénéficié d'une IRM moyennant multiples séquences, la lecture et le compte-rendu ayant été faits par des radiologues expérimentés.

II. Recueil des données :

Les dossiers ont été exploités suivant la fiche d'exploitation jointe ci-dessous.

III. Type d'études :

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur l'analyse de dossiers de 20 patients traumatisés du genou et ayant bénéficié d'une IRM, ces dossiers ont été recueillis au service de Radiologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès durant une période de 3 ans.

Fiche d'exploitation

Identité :

- Nom Prénom :
- Age :
- Sexe : M F

Année :

ATCD:

- Traumatisme ancien :
- Chirurgie du genou :
- Pathologie non traumatique du genou :
- Autre :

Circonstances du traumatisme :

AVP Accident de travail Accident de sport Chute Autre :

Signes fonctionnels :

Douleur Blocage Instabilités : Oui Non

Déboîtement Impression de dérangement interne

Dérobement Bruits articulaires Autres

Examen clinique :

Le morphotype : normo axé, genou varum valgum , flexum recurvatum

La mobilité active :

La mobilité passive :

La marche : normale boiterie

L'amyotrophie du quadriceps

Epanchement Points douloureux

Testing méniscal :

- S. de Mac Murray - Cri méniscal - S. de Cabot

Testing ligamentaire :

- Tiroir antérieur tiroir postérieur laxité externe laxité interne
- Test de Lachman Trillât
- Ressauts rotatoires

Radiographie standard ; Radio de face, Radio de profil Oui Non

Goniométrie : Oui Non

Echographie : Oui Non

TDM : Oui Non

IRM :

Atteinte osseuse :

- Fracture foyer d'hyper signal T2

Atteinte méniscale :

	Ménisque interne	Ménisque externe
Intacts		
Anomalie de signal	grade I <input type="checkbox"/> grade II <input type="checkbox"/> grade III <input type="checkbox"/>	grade I <input type="checkbox"/> grade II <input type="checkbox"/> grade III <input type="checkbox"/>
Localisation	corne ant <input type="checkbox"/> seg moy <input type="checkbox"/>	corne ant <input type="checkbox"/> seg moy <input type="checkbox"/>
Déplacement externe	corne post <input type="checkbox"/>	corne post <input type="checkbox"/>
anse de seau	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Kystes méniscaux	Présents <input type="checkbox"/> Absents <input type="checkbox"/>	Présents <input type="checkbox"/> Absents <input type="checkbox"/>
ménisque discoïde	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Déplacement externe		
Autres		

Atteinte des ligaments croisés :

	LCA	LCP
Intact		
Rupture		
Anomalie de signal		
Anomalie de forme		

Lésions des ligaments collatéraux :

	LCL	LCM
Intact		
Entorse Signes en faveur	-perte de la continuité <input type="checkbox"/> -hyper signal T2 <input type="checkbox"/> -infiltration de la graisse <input type="checkbox"/>	-perte de la continuité <input type="checkbox"/> -hyper signal T2 <input type="checkbox"/> -infiltration de la graisse <input type="checkbox"/>

Lésions de l'appareil extenseur :

- Anomalie de signal du tendon quadricipital : Non Oui
- Anomalie de signal du ligament patellaire : Non Oui
- Fracture de la patella : Non Oui

TROISIEME PARTIE :

RESULTATS

Les résultats de notre série comportent des données épidémiologiques, anamnestiques ainsi que radiologiques. Certains de ces résultats seront schématisés sous formes de tableaux ou de graphiques pour faciliter leurs analyses.

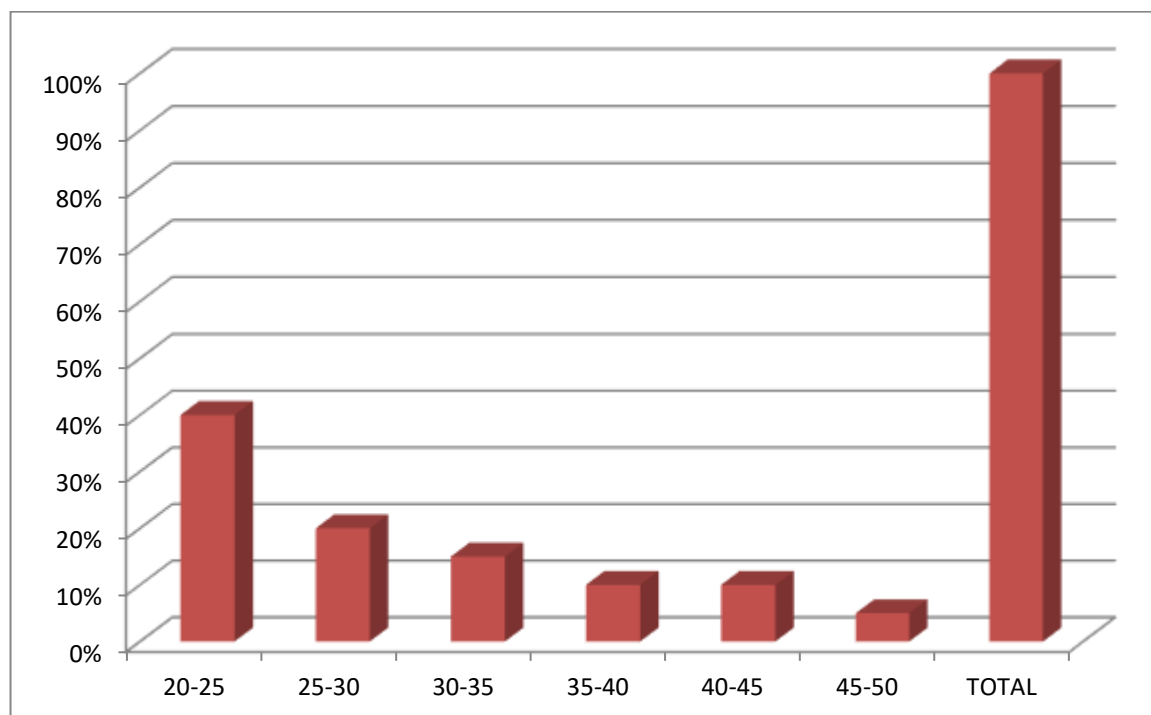
I. Données épidémiologiques :

A. Age :

Dans notre série, l'âge oscille entre 20 ans et 49 ans, avec un maximum de lésions trouvées entre l'âge de 20 et 25 ans.

Tableau 3: répartition des patients selon l'âge

Age en années	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	TOTAL
<u>Nombre</u>	<u>8</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>20</u>
<u>Pourcentage</u>	<u>40%</u>	<u>20%</u>	<u>15%</u>	<u>10%</u>	<u>10%</u>	<u>5%</u>	<u>100%</u>



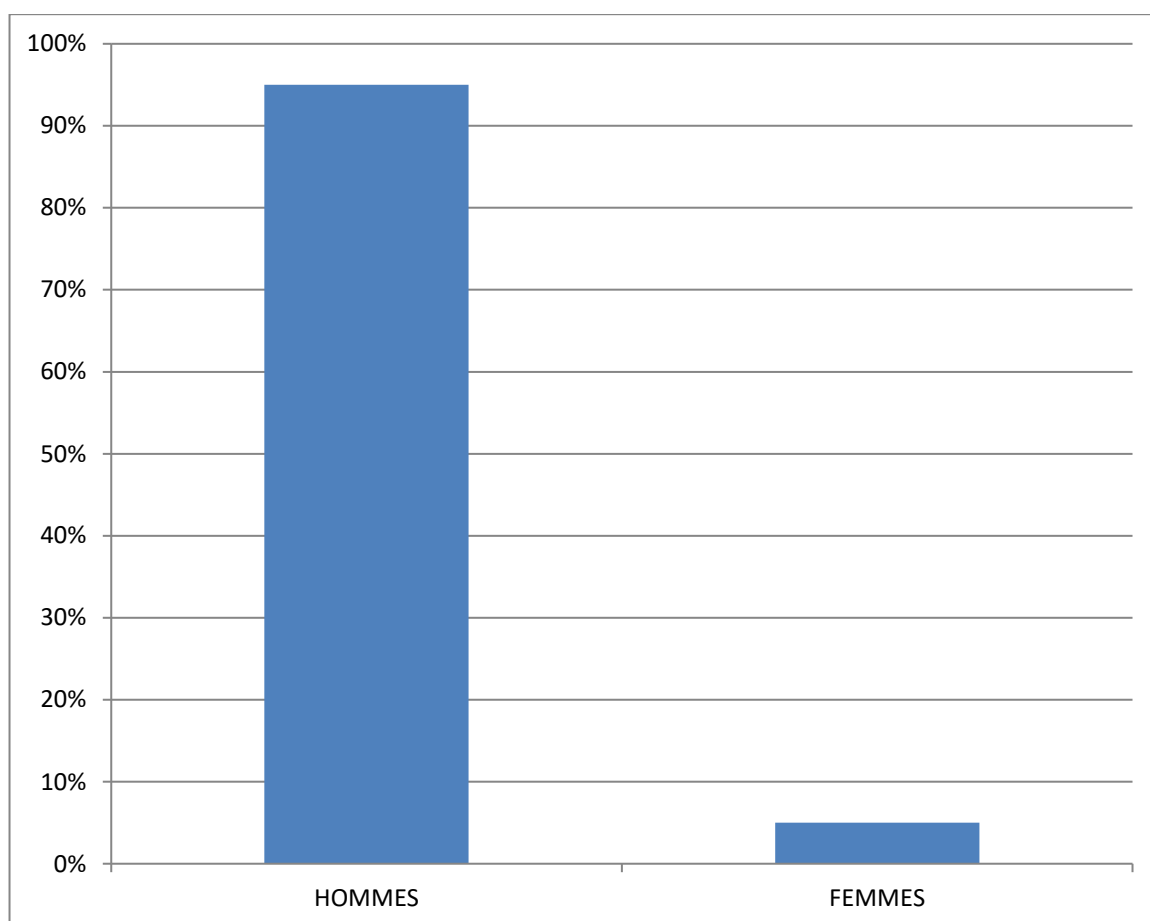
Graphique 1: répartition des patients selon l'âge

B. Sexe :

Notre série comporte 20 cas dont 95% sont des hommes pour 5% des femmes.

Tableau 4: répartition des patients selon le sexe

	Nombre de cas	Pourcentage
Hommes	19	95%
Femmes	1	5%
Total	20	100%



Graphique 2: répartition des patients selon le sexe

II. Données anamnestiques :

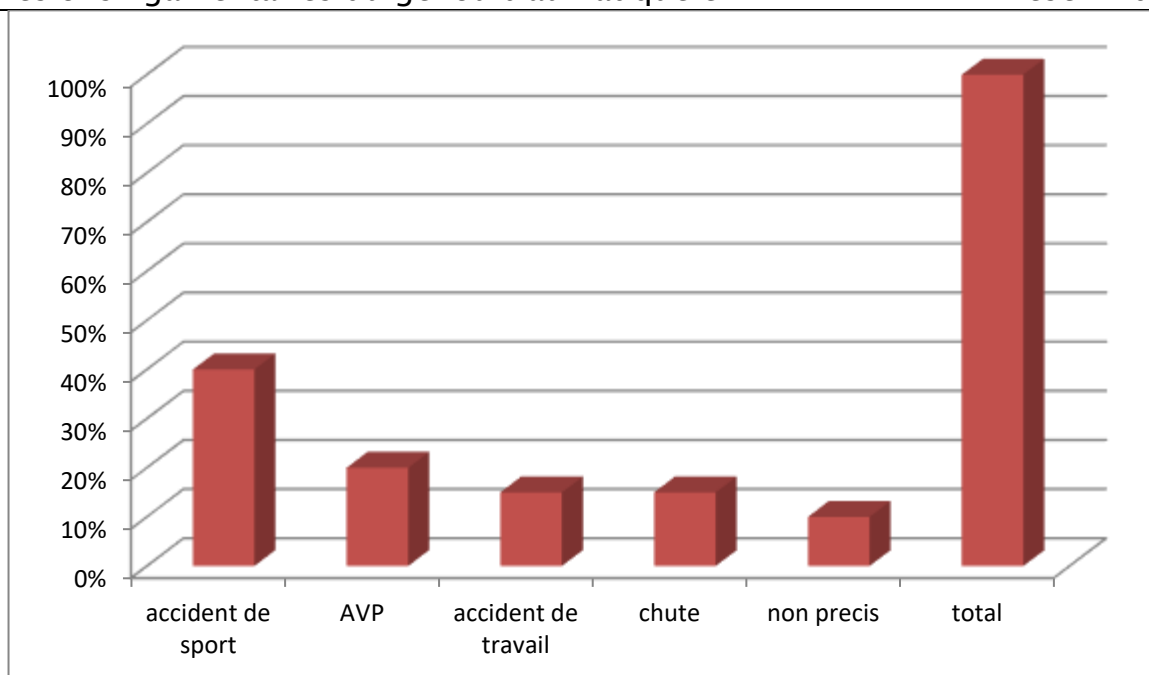
A. Circonstances déclenchantes :

Elles sont représentées dans notre série par ordre décroissant :

- Accident de sport : 40%
- AVP : 20%
- Accident de travail : 15%
- Chute : 15%
- Non précis : 10%

Tableau 5: répartition des patients selon les circonstances déclenchantes

Circonstances déclenchantes	nombre	Pourcentage
Accident de sport	8	40%
AVP	4	20%
Accident de travail	3	15%
Chute	3	15%
Non précis	2	10%

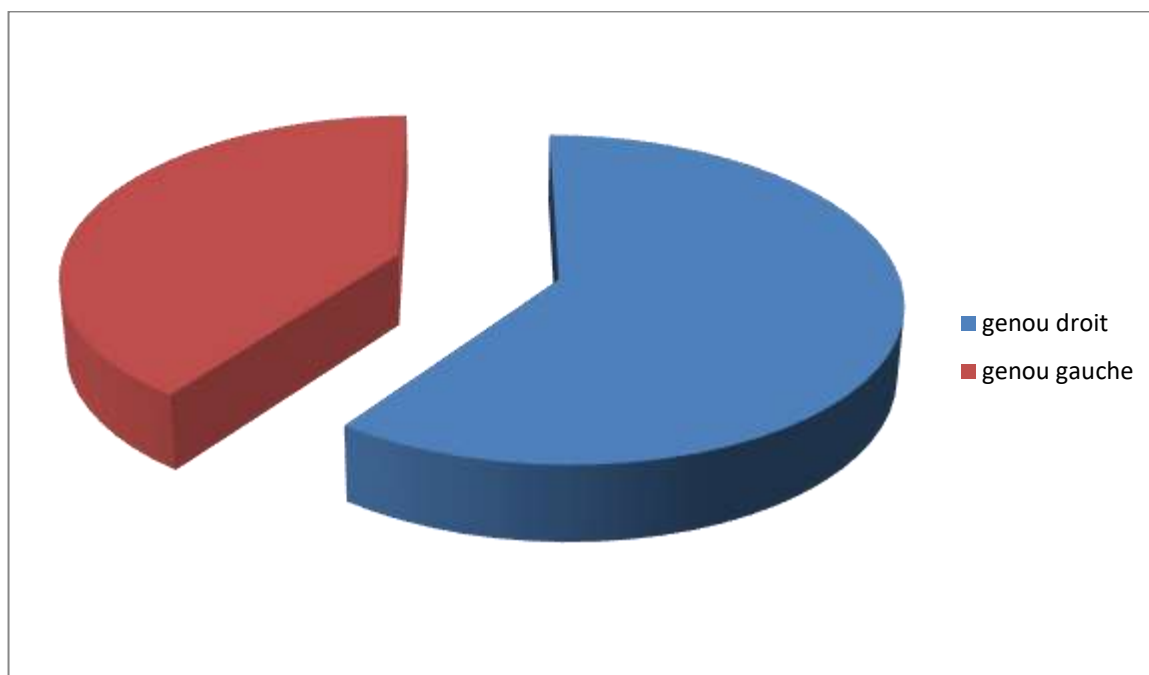


Graphique 3: répartition des patients selon les circonstances déclenchantes.

B. Le côté atteint :

Dans notre série le genou droit est plus touché que le genou gauche.

Le genou droit est atteint chez 12 patients pour un pourcentage de 60%, le genou gauche est touché chez 8 patients représentant 40% des cas.



Graphique 4: répartition des patients selon le cote atteint

C. Étude clinique :

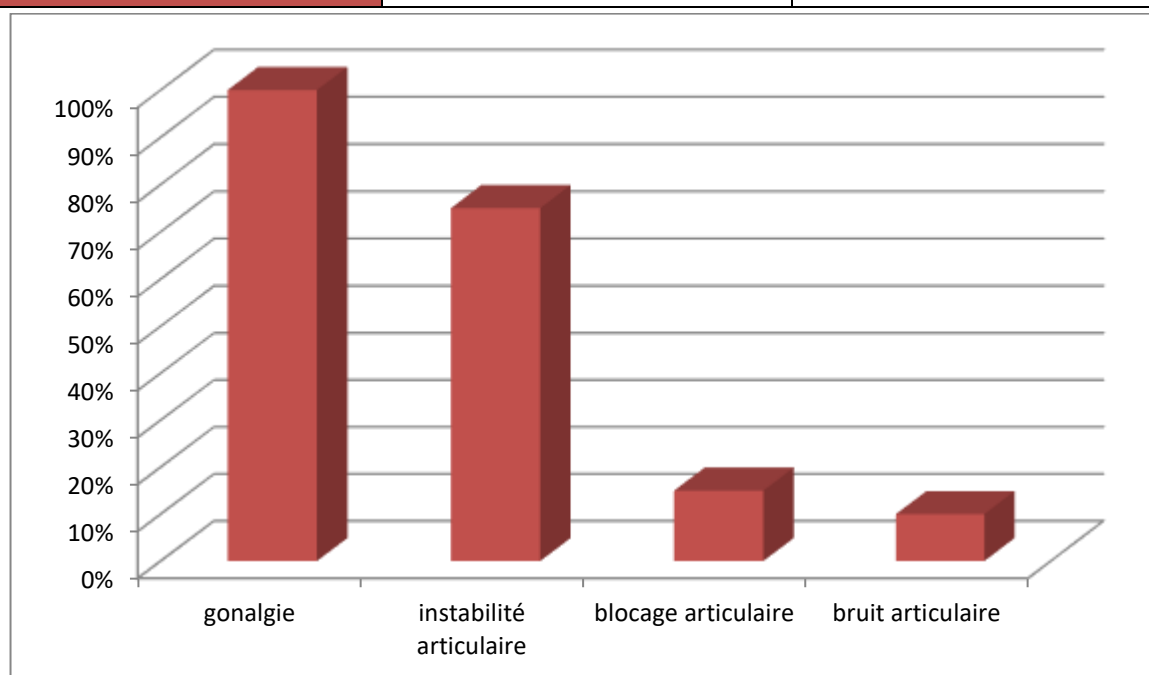
1. Signes fonctionnels :

La douleur est le motif de consultation de loin le plus fréquent, rapportée chez 100% des patients.

Chez la majorité de nos patients, elle est associée à d'autres signes fonctionnels dont le plus important est l'instabilité articulaire intéressant 15 cas, avec un pourcentage de 75%. Enfin, moins fréquemment, d'autres signes fonctionnels sont rapportés à type de perception de bruits articulaires dans 10% des cas, ainsi que le blocage articulaire avec un pourcentage de 15% (3 cas).

Tableau 6: Répartition des patients selon les signes fonctionnels rapportés

	nombre	Pourcentage
Gonalgie	20	100%
Instabilité articulaire	15	75%
Blocage articulaire	3	15%
Bruit articulaire	2	10%



Graphique 5: répartition des patients selon les signes fonctionnels rapportés

2. Signes physiques :

L'examen physique chez nos malades avait pour but de rechercher les lésions méniscales, ligamentaires ainsi que les lésions associées.

Dans notre série, les signes de l'examen clinique sont dominés par :

La boiterie franche qui est présentée chez tous nos patients, soit 100% des cas.

Syndrome méniscal chez 7 patients soit 35%

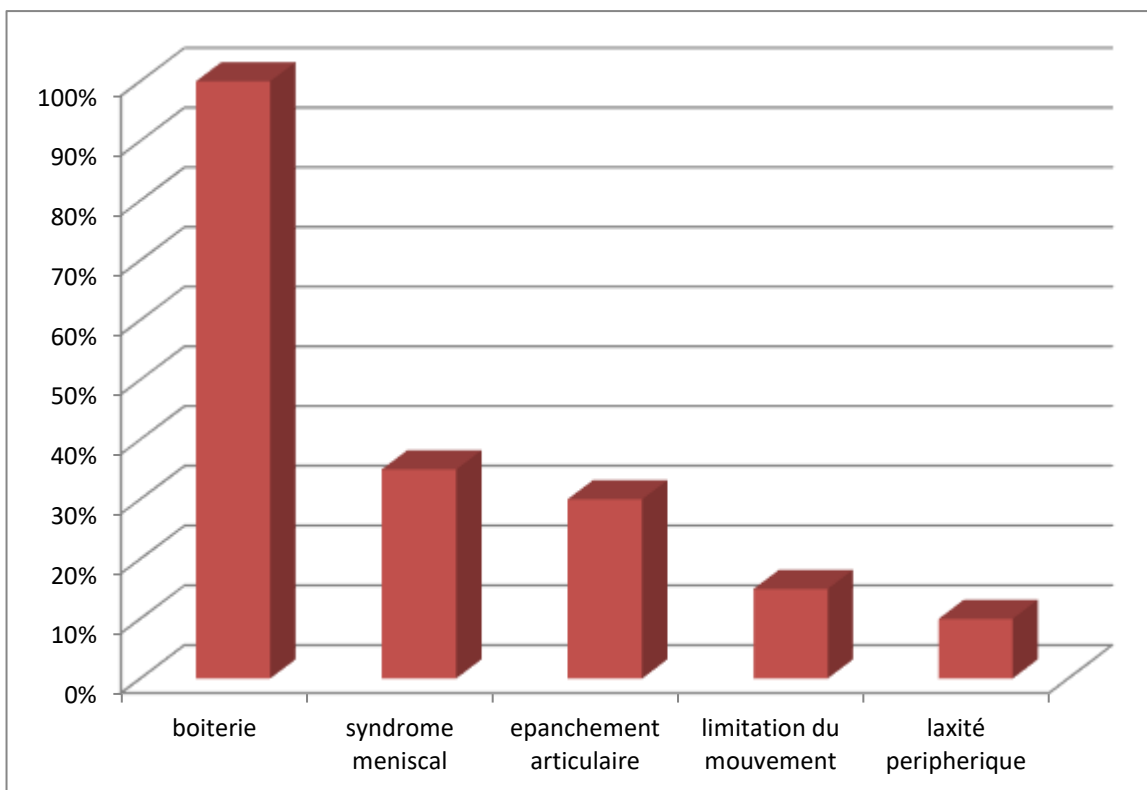
L'épanchement articulaire chez 6 patients soit 30%

Limitation du mouvement chez 3 patients soit 15%

Laxité périphérique chez 2 patients soit 10%

Tableau 7: répartition des patients selon les signes physiques

Signes physiques	Nombre	Pourcentage
Boiterie	20	100%
Syndrome méniscal	7	35%
Epanchement articulaire	6	30%
Limitation du mouvement	3	15%
Laxité périphérique	2	10%



Graphique 6: répartition des patients selon les signes physiques

III. Données radiologiques :

Dans notre série, les patients avaient bénéficié au moins d'une radiographie standard avant la réalisation de l'imagerie par résonance magnétique IRM du genou afin de mieux assimiler les lésions suspectées.

A. Radiographie standard :

La radiographie standard du genou face profil a été réalisée chez tous nos patients.

Permettant de détecter surtout les lésions osteo-cartilagineuses.

Elle a permis de révéler chez 5 des cas des fractures de Segond.

B. IRM :

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence l'apport de l'IRM dans la pathologie ligamentaire du genou. L'analyse a porté sur les différents contingents :

- Les structures osseuses.
- Les structures ligamentaires centrales et périphériques.
- Les structures méniscales.
- Les parties molles péri articulaires et enfin l'articulation elle-même.

1. Les lésions méniscales :

Nous avons mis en évidence l'atteinte méniscale dans 13 cas, soit 65% des cas étudiés dans notre série.

1.1 Ménisque interne :

Les lésions méniscales internes viennent en première position avec 11 cas, soit 55%.

Parmi ces lésions, la plus fréquente est l'atteinte de la corne postérieure du ménisque, représentant 9 cas soit 75% des lésions méniscales.

La sévérité des lésions oscille entre grade I (2 cas) et les lésions en anse de seau (8cas).

Un seul cas de dégénérescence mucoïde a été mis en évidence.

1.2 Ménisque externe :

Les lésions méniscales externes ont été objectivées dans 4 cas soit 20% des patients.

La partie la plus atteinte est la corne postérieure, notée dans 2 cas.

Un seul cas d'atteinte de la corne antérieure du ménisque externe.

Et un seul cas de lésion en anse de seau.

Une association d'atteinte méniscale interne et externe à la fois a été détectée dans 2 cas soit 10% des lésions méniscales.

1.3 Les lésions fréquemment associées aux lésions méniscales :

L'association des lésions méniscales et de lésions de ligament croisés antérieur(LCA) a été trouvée dans 17 cas soit 85%.

2. Lésions ligamentaires :

Nous avons mis en évidence :

- **Les lésions de ligament croisé antérieur** ont été retrouvées dans 17 cas soit 85% des patients explorés dont :
 - 13 cas de rupture totale soit 65%
 - 4 cas de rupture partielle soit 20%
- **Les lésions de ligaments croisés postérieurs** sont observées dans 2 cas soit 10%.
- **Lésion de ligament collatéral latéral** représente 1 cas soit 5%.
- **Lésion de ligament collatéral médial** 0 cas.

3. Les lésions osseuses :

Notre étude réalisée sur 20 cas a mis en évidence :

- 1 cas d'impaction trabéculaire fémoro tibial externe.
- 5 cas de fracture de Segond.

4. Les lésions articulaires :

Nous avons mis en évidence dans notre série :

- Des épanchements intra-articulaires au nombre de 17 cas soit 85% de l'ensemble des patients.
- 1 cas de chondropathie du condyle fémoral externe, soit 5%.

5. Pathologies diverses :

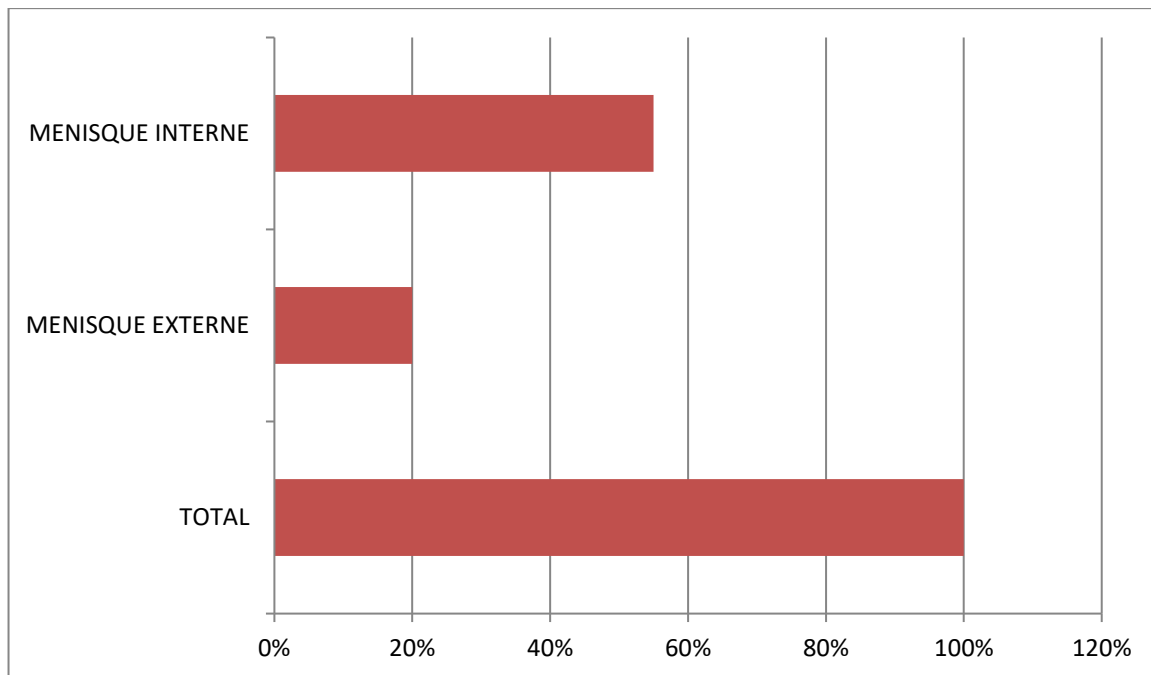
Nous avons noté dans notre série la présence :

- Kyste de Backer dans 1 cas soit 5%.
- Bursite sous-patellaire dans 2 cas, soit 10%.

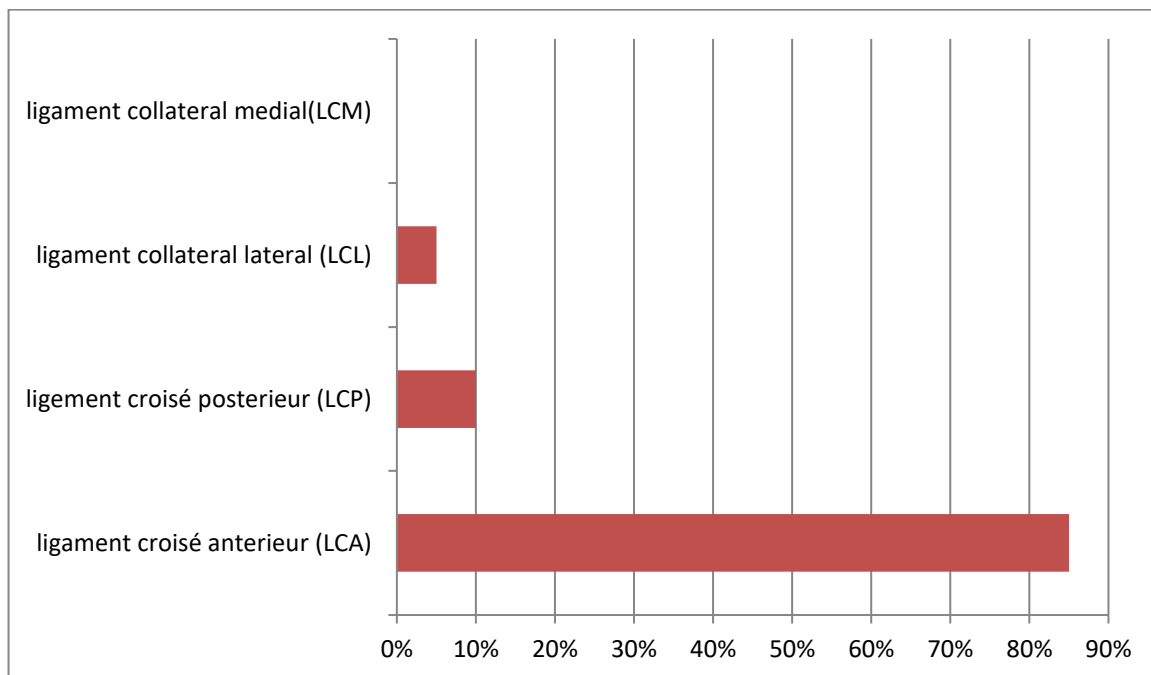
Tableau 8: les résultats de diagnostic retenu en IRM

Atteinte	Spécificité	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Ménisque	Ménisque interne	11	55%
	Corne antérieure	4	20%
	Corne postérieure	7	35%
	Segment moyen	0	0%
	Grade I	2	10%
	Grade II	0	0%
	Grade III	0	0%
	Anse de seau	9	45%
	Ménisque externe	4	20%
	Corne antérieure	1	5%
	Corne postérieure	2	10%
	Segment moyen	0	0%
	Grade I	2	10%
	Grade II	1	5%
	Grade III	0	0%
	Anse de seau	1	5%
Ligament croisé antérieur (LCA)	Rupture totale	13	65%
	Rupture partielle	4	20%
Ligament croisé postérieur(LCP)	Rupture totale	0	0%
	Rupture partielle	2	10%
Ligament collatéral latéral	Rupture	1	5%
Ligament collatéral médial	Rupture	0	0%

Os	Impaction trabéculaire fémoro tibiale externe	1	5%
	Fracture de Segond	5	25%
articulation	Epanchement intra articulaire	17	85%
	chondropathie du condyle fémoral externe	1	5%
Pathologies diverses	Kyste de Backer	1	5%
	Bursite sous- patellaire	2	10%



Graphique 7 : fréquence de l'atteinte méniscale



Graphique 8: fréquence de l'atteinte ligamentaire.

QUATRIEME PARTIE :

DISCUSSION

ANALYSE DESCRIPTIVE

I. Données épidémiologiques :

A. Age :

La tranche d'âge entre 20 et 25 ans a été la plus touchée avec 35%.

L'âge moyen dans notre série est de 25 ,72 ans.

Ce résultat est identique de celui de KONE (37) qui rapporte un âge moyen de 25 ans.

Tableau 9:L'âge moyen des patients selon les auteurs

Séries	Moyenne d' âge
EL SHAWARY (38)	39 ans
ICHEN (39)	46.88ans
KONE	25.3ans
Notre série	30. 25ans

B. Le sexe :

Dans notre travail, Le sexe masculin est représenté dans 95% des cas tandis que le sexe féminin l'est dans 5%. Cette disparité, décrite dans la littérature aussi, est due à la pratique sportive qui est plus fréquente chez l'homme.

Dr Dalil Bonabé, dans sa thèse soutenue en 2009, a trouvé que les hommes sont plus touchés par les traumatismes du genou avec un sexe ratio de 2/1. (40)

Tableau 10: Répartition par le sexe selon les auteurs

Séries	Homme	Femme
EL SHAWARY	76,7%	23,3%
ICHEN	52.27 %	47.72%
T SANGARE (41)	58.3 %	41.7%
KONE	82.1 %	17.9%
FAGE (42)	38%	62%
Notre série	95 %	5%

II. Données anamnestiques :

A. Etiologies du traumatisme :

Dans notre travail, les accidents de sport sont la cause prédominante des traumatismes du genou. Ce résultat pourrait s'expliquer par l'augmentation considérable de la pratique des activités physiques et sportives chez les jeunes. Contrairement FAGE rapporte que. Cette différence peut s'expliquer par l'échantillonnage de l'auteur.

Tableau 11: Répartition par l'étiologie du traumatisme selon les auteurs

Séries	AVP	Accident de travail	Accident de sport	Accident domestique
EL SHAWARY	70 %	-	-	30%
ICHEN	47.72 %	2.27 %	2.27 %	38.36%
T SANGAR	95 %	1.7%	-	3.3 %
KONE	82.1 %	3.6%	-	10.7%
FAGE	-	-	61 %	39%
Notre série	20%	15%	40 %	-

B. Côté atteint :

Dans notre travail et les séries rapportées les traumatismes du genou se situaient surtout du côté droit, contrairement à l'étude de KONE qui rapporte une prédominance à gauche.

En fonction de la circonstance de survenue et selon le mécanisme du traumatisme, l'un ou l'autre des genoux pourrait être préférentiellement touché.

Tableau 12: Répartition du côté atteint selon les auteurs

Séries	Côté droit	Côté gauche	Bilatéral
EL SHAWARY	53,3%	43,3%	3,4%
ICHEN	52.27%	45.45%	2.27 %
T SANGAR	66.7%	33.3%	-
KONE	42.9 %	57.1 %	-
Notre série	60 %	40%	-

III. Données radiologiques :

L'IRM s'est imposée ces dernières années comme la technique de référence dans l'exploration du genou et plus précisément l'appareil ménisco-ligamentaire avec une sensibilité et spécificité aux alentours de 90%. (43)

Techniques de l'imagerie : Le patient est installé en décubitus dorsal avec genou légèrement fléchi afin de diminuer le volume partiel avec le toit de l'échancrure qui peut induire, à tort, des aspects lésionnels du LCA. L'imagerie par résonance magnétique du genou est réalisée moyennant :

- Une antenne de surface circonférentielle entourant la totalité du genou. Celle-ci améliore le rapport Signal/bruit et par conséquent diminue le temps d'examen.
- Plusieurs séquences : T1 (Echo de spin, Echo de gradient), T2 (Echo de spin, Fast Echo spin, Echo de gradient) et DP (Fast Echo spin, Fat Sat).
- Trois plans de coupes avec comme référence le plan bicondylien : Les coupes sagittales perpendiculaires au plan de référence, les coupes frontales parallèles au plan de référence et les : coupes axiales complémentaires qui améliorent les performances de l'examen. L'épaisseur des coupes est de 4mm.
- Le champ d'exploration total est de 160 mm.

A. Lésions du LCA :

L'IRM à une bonne valeur de diagnostique pour la pathologie du ligament croisé antérieur, supérieure à 90% dans la littérature (44) (45) (46).

1. Incidence:

Dans notre série, la lésion ligamentaire la plus fréquente est celle du LCA.

En effet, 17 patients ont présenté une atteinte du LCA, soit 85% des patients ; 13 de ceux-ci ont présenté une rupture totale du LCA (65%), 4 patients ont présenté une rupture partielle (20%).

L'association à des lésions méniscales était trouvée chez 17 cas de nos patients (47).

2. La clinique :

La symptomatologie est typique avec sensation d'un craquement, douleur immédiate et apparition rapide d'une hémarthrose au moment du traumatisme.

L'examen clinique met en évidence un tiroir antérieur, un signe de Lachman positif (ce signe est plus spécifique et plus sensible pour la détection de rupture de LCA).

L'IRM n'est demandée qu'en cas de doute de diagnostic et de discordance de l'examen clinique, rendu difficile dans le cas de présence d'une hémarthrose et une contracture musculaire douloureuse.

3. Facteurs de risque : (48) (49) (50)

Il existe plusieurs facteurs de risque de lésions du LCA qui peuvent être répartis en trois principales entités :

- FDR non modifiables : que sont le Sexe féminin, la laxité constitutionnelle et le Genou recurvatum.
- FDR modifiables : Terrains secs, crampons non adaptés au type de terrain et terrains synthétiques.

- FDR intrinsèques : Diminution de la force altérant le recrutement des ischiojambiers et la fatigue musculaire altérant le contrôle neuromusculaire

4. Mécanismes lésionnels et lésions associées :

Le sport est le grand pourvoyeur de lésions de LCA.

Plusieurs mécanismes ont été décrits :

Une chute à pied bloqué, un stress en rotation, en valgus, ou une décélération.

Les lésions le plus souvent associées sont la rupture de LLI, et l'atteinte de la corne postérieure de ménisque interne puis de la corne postérieure de ménisque externe.

5. Aspect IRM pathologique du LCA :

a. Rupture complète de LCA : (figure 25)

- **Les signes directs :** [(51), (52), (53), (54)]

On retient deux signes directs majeurs :

- **La discontinuité partielle ou totale dans au moins un plan de lecture.**

C'est un des signes les plus importants dans le diagnostic des ruptures du LCA (55):

Le LCA est visualisé puis il existe une interruption des fibres.

La sensibilité et la spécificité sont respectivement de 66 % et 100 % (56) .

Parfois le contingent ligamentaire distal bascule en avant dans la fosse intercondylienne en « battant de cloche » et peut être responsable de blocages.

En effet, le moignon ligamentaire se luxe en avant dans le récessus articulaire antérieur, à l'origine d'un flessum.

L'IRM permet alors d'éliminer l'anse de seuil méniscale, principal diagnostic différentiel en cas de flessum.

- **L'horizontalisation du fragment distal du LCA :**

L'horizontalisation du LCA est un excellent signe direct de rupture du LCA

avec une sensibilité et une spécificité proches de 100% (52,56).

Elle est bien objectivée sur les coupes sagittales : divergence de plus de 15° par rapport au toit de la fosse inter-condylienne, angulation inférieure à 45° par rapport au plateau tibial.

La rupture siège le plus souvent dans la portion proximale du LCA, dont le moignon distal s'horizontalise et parfois s'accroche au LCP (mise en « nourrice ») (57).

La cicatrisation en « nourrice » du LCA, posé sur le LCP, constitue une évolution possible qui limite partiellement la laxité.

Dans la littérature, d'autres signes sont classés parmi les signes directs, semblant néanmoins moins spécifiques que les deux signes décrits précédemment [53, 54, 56,57] :

- Un hyper signal intra-ligamentaire focal ou diffus du LCA ;
- Une masse mal définie de signal anormal dans la fosse inter-condylienne ;
- Des contours irréguliers, flous, mal limités, et un épaissement du LCA ;
- L'absence complète de visualisation du LCA [54].

– **Les signes indirects :**

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 :

- **La subluxation antérieure du plateau tibial latéral par rapport au fémur.**

Elle est mise en évidence sur les coupes sagittales passant par le milieu du condyle fémoral latéral.

Elle est définie par une augmentation de la distance entre le bord postérieur du plateau tibial latéral et la tangente au bord postérieur du condyle fémoral latéral de plus de 5mm [(58) , (59), (60)]

Il s'agit d'un bon signe pour le diagnostic des ruptures du LCA avec une sensibilité de 74 % et une spécificité de 96 % [56,59,60].

La découverte (ou bascule postérieure) de la corne postérieure du ML a également été décrite comme un signe de déplacement tibial antérieur (la tangente au bord postérieur du plateau tibial latéral coupe la corne postérieure du ML) ;

- **Verticalisation du LCP [53,56]:**

Cet aspect est lié à une détente anormale du LCP.

Dans le plan frontal, cet aspect se manifeste par la visibilité sur une même coupe, d'une trop longue portion du LCP [52].

Ce signe traduit en fait la subluxation antérieure du tibia [56] : on mesure l'angle formé par deux lignes tangentes à la portion proximale et la portion distale du LCP.

Il est décrit que l'angle diminue dans les ruptures du LCA et que ce signe présente une sensibilité de 70 % et une spécificité de 82 % pour un angle inférieur à 115° [56] ;

- **Distension ou « buckling » du tendon patellaire [53,57].**

Il s'agit d'un signe rare. La rupture du LCA et donc la translation tibiale antérieure 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 ;

- **Épanchement intra-articulaire, non spécifique.**



Figure 45 : IRM du genou droit en coupes sagittales séquences T1 FSE(a) et DP FAT SAT (b) montrant une discontinuité du LCA en rapport avec une rupture complète du LCA.

b. Rupture partielle du LCA : (figure 46)

Il s'agit d'un groupe de lésions plus ou moins importantes.

Elles représentent 10 à 35 % des lésions du LCA [(61), (62)]. Leur diagnostic formel est difficile.

Les ruptures partielles sont également difficiles à détecter en IRM [(63), (64)].

Une augmentation subtile de l'intensité du signal du LCA est parfois le seul signe.

La majorité des fibres demeurent visibles et l'axe global du LCA demeure souvent normal.

Ces ruptures touchent préférentiellement le FAM (65).

Les ruptures partielles peuvent parfois être diagnostiquées en IRM en s'aidant des anomalies intrinsèques du LCA :

- **Interruption des faisceaux :**

Soit du FAM, soit du FPL.

Les coupes ou reconstructions axiales et coronales obliques sont d'une aide précieuse.

- **Un œdème, une anomalie de signal ligamentaire focale**

Ou un épaissement focal (Hyper signalT2, hypo signal T1).

Dans la littérature, on ne retrouve que très peu d'études ((66)) permettant d'évaluer la sensibilité et la spécificité de l'IRM dans la détection des ruptures partielles du LCA.

La distinction entre une rupture partielle et une rupture totale est importante à établir puisqu'elle modifie la prise en charge thérapeutique.

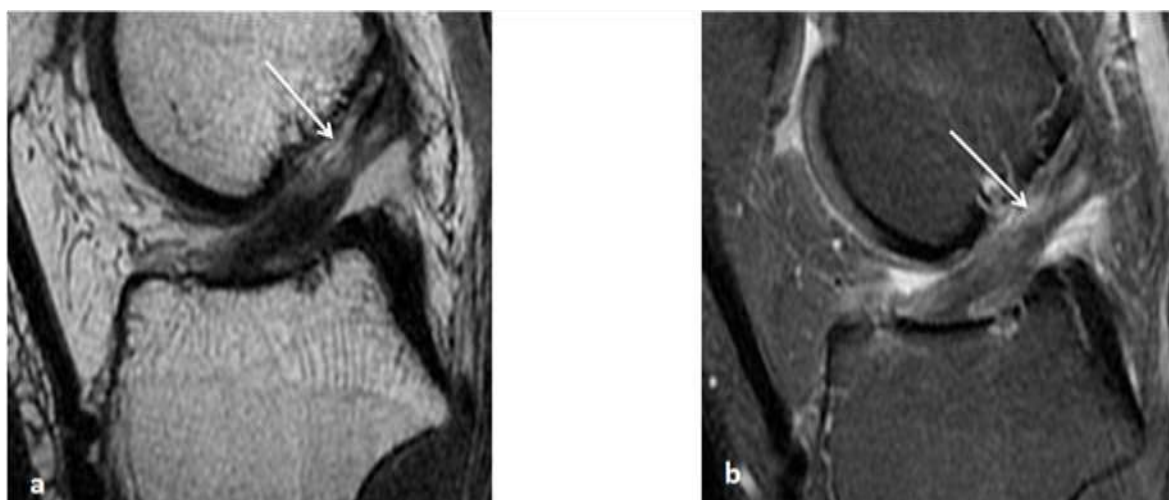


Figure 46: IRM du genou en coupes sagittales en séquences T2 millimétriques (a) et en séquences DP FATSAT (b) :

Hypersignal localisé du tiers supérieur du LCA sans solution de continuité (flèches) : Rupture partielle du LCA

c. Lésions associées à la rupture du LCA : (figure 47)

Le principal intérêt de l'IRM dans les lésions de LCA est de poser l'indication de l'arthroscopie.

▪ Lésions méniscales

Sont présentes dans deux tiers des cas dans certaines séries de lésions de LCA et touchent surtout la corne postérieure du ménisque, sous forme d'une fissure verticale périphérique, des fissures complexes voire une mobilisation de fragments.

▪ Lésions cartilagineuses

Sont présents lors des lésions chroniques du LCA

▪ Lésions de PAPE

Peuvent être observées en cas de traumatismes en hyper extension.

▪ Lésion du ligament collatéral médial

Accompagne fréquemment la rupture du LCA [54,56].

L'IRM peut à la phase aiguë retrouver un ligament épaissi, mal limité, voire interrompu, avec une infiltration œdémateuse des parties molles internes et postéro-internes [(67), (68)].

d. Performances de l'IRM dans le diagnostic de lésions de LCA :

Les performances de l'IRM dans le diagnostic des ruptures complètes du LCA sont excellentes, puisque la sensibilité est de 95 % avec une spécificité de 100 %.

L'IRM est moins performante dans le diagnostic de lésion partielle.

Les signes indirects ont une bonne spécificité mais une moindre sensibilité, dépendant pour les contusions osseuses des séquences réalisées et de la précocité de l'examen.

Les signes d'instabilité dépendent du positionnement du genou dans l'antenne réduisant le déplacement antérieur du tibia.

Les performances de l'IRM sont en revanche un peu moins bonnes pour les lésions méniscales associées.

Plus il y a de lésions ligamentaires, plus la sensibilité de l'IRM dans la détection des lésions méniscales associées baisse (69).

B. Lésions de LCP :

Les lésions de LCP sont moins fréquentes que celles de LCA, vu que le LCP est un ligament plus épais et plus résistant et leur retentissement fonctionnel est limité ainsi que leur prise en charge exceptionnellement chirurgicale.

1. Incidence :

Dans notre série, les lésions du LCP sont moins fréquentes que celles du LCA. Elles ont été comptabilisées au nombre de 2 cas.

Ces lésions étaient toutes des ruptures partielles (2 cas).

Tandis que les ruptures totales sont absentes.

2. La clinique :

les lésions de LCP n'entraînent pas toujours une instabilité invalidante d'autant que la rupture peut n'être que partielle (70).

L'examen clinique met en évidence un tiroir postérieur, la rupture de LCP peut se traduire par des douleurs de compartiment antérieur du genou, au niveau de l'appareil extenseur qui est hyper sollicité.

3. Mécanisme lésionnel et lésions associées :

Plusieurs mécanismes peuvent être en cause des lésions du LCP (71)

- Le choc antérieur sur le tibia genou en flexion à 90°, soit dû un AVP (accident de tableau de bord) soit à un accident de sport (chute sur genou fléchi avec pied en flexion plantaire).
- Hyper extension forcée du genou
- Hyper flexion forcée du genou

- Varus / Valgus forcés (le LCP dans ce cas se rompt après les ruptures des structures périphériques).

Les lésions associées à hauteur des ménisques, ligaments collatéraux et points d'angle postérieurs sont très fréquentes, il faut les chercher car l'handicap fonctionnel ultérieur peut être majeur.

4. Aspect IRM pathologique du LCP :

La rupture complète est diagnostiquée devant un hypersignal localisé ou diffus intéressant toute l'épaisseur des fibres, voire une disparition complète du LCP.

a. Rupture totale :

- Signes directs:

- La discontinuité totale dans un plan de lecture : c'est-à-dire qu'il y a une interruption totale de la visualisation du ligament puis interruption totale de celle-ci, mieux vu en T2.
 - Absence complète de visualisation du LCA.
- Horizontalisation du LCP.
- Hypersignal diffus, hétérogène en T1 et surtout en T2, en rapport avec l'œdème et l'hémorragie intra-ligamentaire.
- Epaissement du LCP (72). Dans les avulsions, le LCP est de signal normal, les anomalies siégeant sur le plateau tibial.

- Signes indirects:

- Subluxation postérieure du Tibia
- Avulsion-fracture de l'insertion tibiale du ligament, qui est mieux vue sur la radiographie standard.
- Fracture de Segond médiale, connue dans le monde anglo-saxon par reverse Segond fracture, très rare, associant une lésion du LCP, du ménisque interne et du plateau tibial interne.

- Avulsion–fracture de la styloïde de la fibula
- Contusion osseuse du tibia et du condyle fémoral correspondant, dite en miroir.

– **Rupture partielle**

Le diagnostic est souvent difficile à faire à l'IRM. Il existe toutefois des signes permettant d'aider au diagnostic :

- Interruption des fibres avec persistance de quelques fibres intactes tout en s'aidant de coupes axiales et coronales.
- Anomalie de signal ou épaissement focaux du LCP.
- Non visualisation du ligament dans un seul plan.

Au décours de toutes ces difficultés au diagnostic, le diagnostic définitif de rupture partielle du LCP revient à l'arthroscopie. (73)



**Figure 47 : IRM du genou en coupes sagittales séquences DP FATSAT :
Epaississement global du LCP avec hypersignal et irrégularité des contours sur les
deux versants (flèches) : Rupture totale du LCP.**

Kystes des ligaments croisés : figure 48

Ces kystes sont de découverte fortuite en IRM, souvent asymptomatiques, ils peuvent se manifester par des douleurs, postérieures, des blocages ou une sensation de claquement avec occasionnellement un épanchement.

Ils surviennent en dehors de toute notion de traumatisme et sont souvent associés à des phénomènes de dégénérescence mucineuse correspondant pour certains à des formes infiltrantes de kyste intra-ligamentaire (74).

Ils ne sont pas habituellement associés à des signes d'insuffisance ligamentaire et en particulier à une laxité.

Le kyste, présente un signal identique en T1 et DP mais un hypersignal liquidien franc en T2 (75).

Les fibres normales du LCA sont visibles, dissociées, en hypo signal T2 mais continues, ayant l'aspect d'une fane de céleri.

Parfois, un kyste dissocie parfaitement les deux faisceaux du LCA.

Ils doivent être différenciés d'une rupture ligamentaire qui survient en général dans un contexte traumatique et qui s'associe à des signes d'instabilité ou à des contusions osseuses. Il faut aussi les différencier d'un épanchement intra-articulaire. (76).

La différenciation entre dégénérescence mucineuse (ou forme infiltrante) et kyste est importante puisqu'un kyste peut faire l'objet d'une ponction-infiltration, souvent écho-guidée, en cas de symptôme douloureux.



Figure 48 : Kyste du LCA (flèches) séparant les deux faisceaux ligamentaires.

(a) Coupe transversale DP FS. (b) Coupe coronale T2 FS.

Lésions des structures collatérales : (77) (78)

Leur diagnostic est essentiellement clinique et nécessite rarement la réalisation d'exploration complémentaire.

Par contre il peut exister des situations de ruptures ligamentaires multiples nécessitant une chirurgie, d'où, l'importance de l'IRM, Leur sémiologie IRM est importante à connaître.

Ces lésions ligamentaires accompagnent souvent des lésions de pivot central, des ménisques, et des lésions traumatiques ostéo-chondrales.

Les plans d'exploration de choix sont les plans axial et coronal, montrant des hypersignaux anormaux, un aspect épaissi ou irrégulier du ligament.

C. Ligament collatéral médial (LLI) : (figure 49)**1. Incidence:**

Dans notre série nous n'avons retrouvé aucune lésion de LCM chez nos patients.

2. Clinique :

Une tuméfaction et une sensibilité locale sont de bons indicateurs du site de ruptures du LLI.

L'examen clinique recherche un valgus surtout en extension à 30 degré de flexion.

3. Mécanismes lésionnels :

Le mécanisme principal des lésions du LCM est un Valgus faisant suite à une force appliquée sur la face latérale du genou, plus morbide d'autant que le quadriceps est en relâchement musculaire.

La lésion du LCM peut être isolée ou peut s'étendre au PAPI puis au ménisque interne. Lorsque le LCA est aussi lésé, on parle d'une triade antéro-interne, lorsque le LCP qui est lésé on parle d'une triade postéro-interne.

4. Description des lésions :

Il existe trois stades de lésions du LCM :

- Stade d'élongation ou d'entorse simple, où le ligament conserve la continuité de ses fibres.
- Stade de rupture partielle, dissociant les plans superficiel et profond.
- Stade de rupture totale, avec solution de continuité totale des fibres du LCM.

5. Aspects pathologiques IRM du LCM :

- Signes directs :

À la phase aiguë, l'œdème et l'hématome sont au premier plan et peuvent affecter la différenciation entre les trois stades de lésions.

- Au stade d'élongation ou entorse simple, il est mis en évidence un œdème sous-cutané et péri-ligamentaire se manifestant par un hyper signal T2 autour d'un LCM jamais interrompu.
- Au stade de rupture partielle, on met en évidence un hyper signal T2 du ligament ou un hyper signal T2 dissociant les plans superficiel et profond et effaçant la graisse sous-jacente.
- Au stade de rupture totale, on peut noter deux cas de figure : Interruption locale du LCM noyé dans l'œdème des parties molles internes.

- Signes indirects :

- Epanchement intra-articulaire.
- Œdème des fascias adjacents.
- Effacement de la graisse adjacente.
- Œdème osseux fémoral/tibial au point d'insertion.
- Infiltration œdémateuse péri-ligamentaire avec épaissement global des tissus de voisinage.

- Arrachement osseux du rebord tibial interne.

6. Patte d'oie et autres structures médiales :

En cas de douleurs chroniques, si la lésion n'est pas strictement sur le trajet du ligament, il faudra penser aux lésions des autres structures médiales du genou.

(79)

En IRM, si la séquence pondérée en T2 ne suffit pas à visualiser un hyper signal dû à un remaniement inflammatoire intra tendineux, on pourra s'aider de l'injection de gadolinium ou de séquences pondérées T2 en saturation de graisse pour visualiser des œdèmes ou des bursites.

Les coupes axiales rendent le repérage des différents tendons plus aisé. L'absence de lésion méniscale et l'aspect bien limité et strictement liquidien aident au diagnostic différentiel.

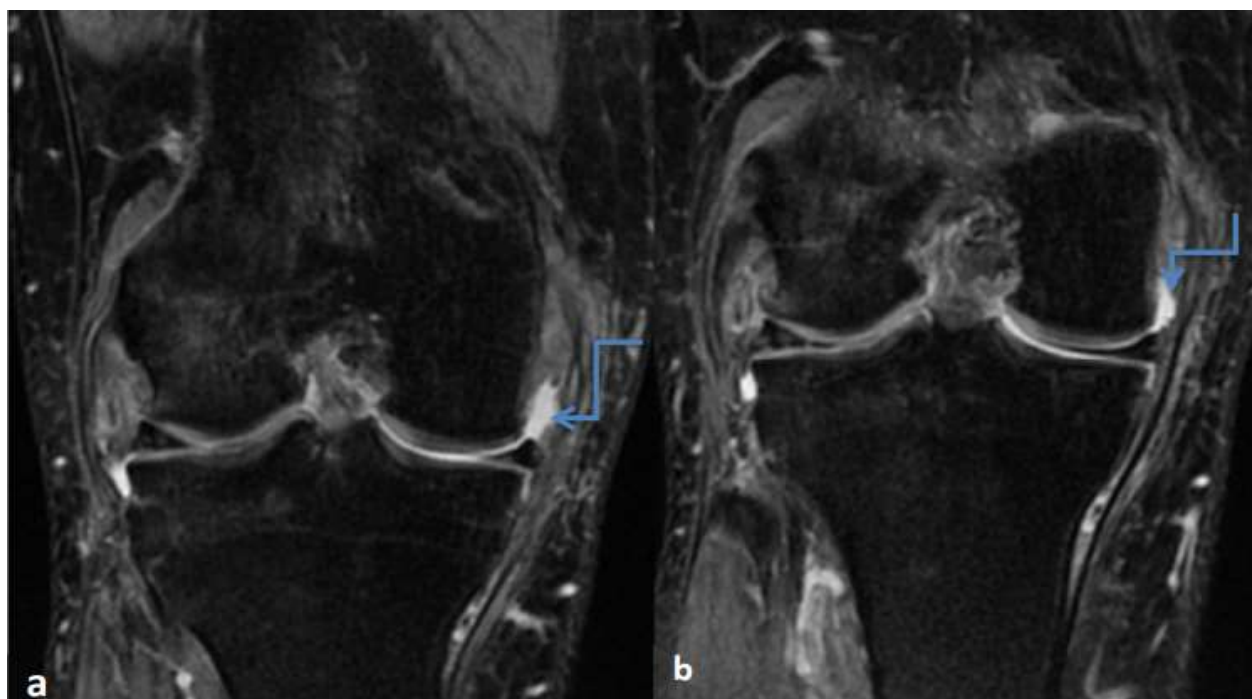


Figure 49 : Aspect IRM du genou droit en coupes coronales séquence DP FAT SAT(a)(b) montrant une rupture partielle de LLI.

Les lésions des structures latérales

Sont moins fréquentes et rarement isolées : on parle de lésions du point d'angles postéro- latéral associant des lésions du pivot central.

Leur diagnostic est cliniquement difficile en phase aiguë, mais elles ne doivent pas être méconnues car elles peuvent fréquemment bénéficier d'un traitement chirurgical pour mieux prévenir douleurs, instabilité, échec d'une plastie du pivot central.

Malgré une anatomie complexe, (79) l'IRM peut apporter des renseignements déterminants qui ont été mieux précisés ces dernières années ((80), (81), (82)) .

D. Ligament collatéral latéral (LLE): (figure 50)

1. Incidence :

Dans notre série, nous avons retrouvé des lésions du LCL chez 1 cas.

2. La clinique :

La douleur et la tuméfaction sur le site de la rupture du LLE peuvent être présentes lors de la phase aiguë.

Toutefois l'atteinte du LLE et du PAPE peut être méconnue, et du fait de la déstabilisation qu'elle induit va progressivement s'accompagner de lésions méniscales et à termes des lésions ostéo-chondrales dégénératives.

3. Mécanismes lésionnels :

Une atteinte isolée du LLE et des autres structures ligamentaires postéro-externe sont observés après un traumatisme avec rotation externe sévère du tibia sur un genou en extension, ou plus rarement en cas d'impact postéro-latéral direct sur le versant médial du tibia proximal (83).

L'association de mouvement de torsion mènera à une lésion associée du ligament croisé.

4. Description des lésions du LLE :

Il existe trois stades de lésions du LCL :

- Stade d'élongation ou d'entorse simple, où le ligament conserve la continuité de ses fibres.
- Stade de rupture partielle, dissociant les plans superficiel et profond.
- Stade de rupture totale, avec solution de continuité totale des fibres du LCL.

5. Aspect pathologique IRM du LLE :

Le diagnostic de lésion du LCL est surtout clinique. Le but essentiel de l'IRM est de détecter les lésions associées.

Elles sont au mieux étudiées sur les coupes axiales et coronales (84).

Les signes IRM de lésion du LCL sont sensiblement semblables à ceux des lésions du LCM sauf pour l'épanchement intra-articulaire qui n'est pas un signe de lésion du LCL.

- Signes directs (84) :

A la phase aiguë, l'œdème et l'hématome sont au premier plan et peuvent affecter la différenciation entre les trois stades de lésions.

▪ Au stade d'élongation ou entorse simple :

Il est mis en évidence un œdème sous-cutané et péri-ligamentaire se manifestant par un hyper signal T2 autour d'un LCL jamais interrompu.

▪ Au stade de rupture partielle :

On met en évidence un hyper signal T2 du ligament ou un hyper signal T2 dissociant les plans superficiel et profond et effaçant la graisse sous-jacente.

▪ Au stade de rupture totale,

On peut noter deux cas de figure :

- Interruption locale du LCL
- LCL noyé dans l'œdème des parties molles internes.

– **Signes indirects :**

Les signes indirects de lésion du LCL sont :

- Œdème des fascias adjacents.
- Effacement de la graisse adjacente.
- Œdème osseux aux points d'insertion.
- Infiltration œdémateuse péri-ligamentaire avec épaissement global des tissus de voisinage.
- Avulsion des insertions osseuses du LCL. (85)

E. Pathologie osseuse :

Contusions osseuses et autres lésions osseuses traumatiques : (figure 35)

1. Incidence :

Dans notre série, nous avons retrouvés des lésions osseuses chez 6 patients dont 5 cas sont des fractures de Segond et 1 cas d'impaction trabéculaire fémoro tibiale.

1. Lésions de l'os trabéculaire :

a. Contusions :

La contusion osseuse survient lors d'un contexte de traumatisme, direct ou indirect, est un signe important puisqu'il renseigne sur le mécanisme lésionnel et dont l'étendue permet d'évaluer l'intensité de ce traumatisme.

Il se traduit en IRM par un œdème osseux se manifestant par une infiltration en hypo signal sur les séquences T1 et en hyper signal sur les séquences T2 avec saturation du signal de la graisse (FAT SAT), rehaussé par l'injection de Gadolinium (86) .

Ces anomalies de signal sont de contours flous, en carte de géographie (87).

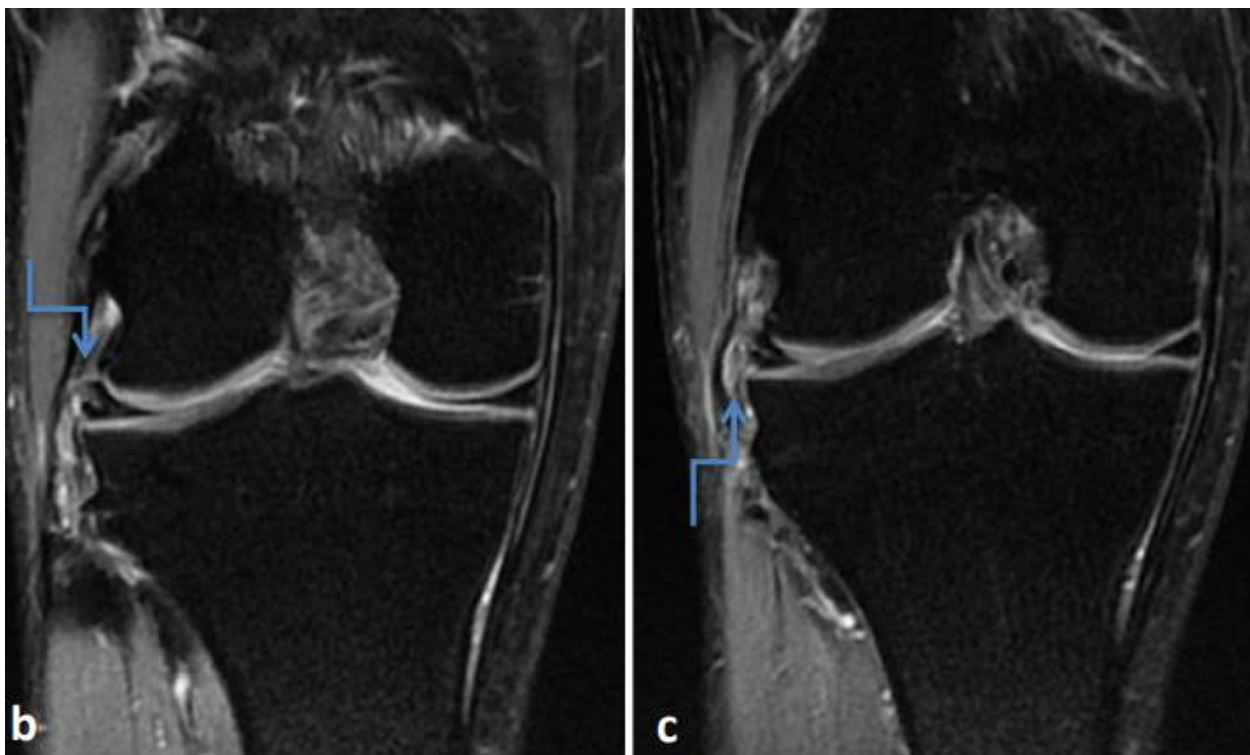


Figure 50 : Aspect IRM en coupes axiale (a) et coupes coronales (b,c) en séquence DP FAT SAT montrant une contusion de LCL (flèches).

b. Fracture :

Les fractures de l'os trabéculaire sont mises en évidence dans la majorité des cas par une simple radiographie standard. En IRM, ces fractures sont accompagnées d'un œdème d'intensité maximale dans la région sous-chondrale, avec un gradient dégradatif vers la métaphyse (87).

Cet œdème est associé à des stries en hypo-signal T1 et T2, témoins de l'impaction épiphysaire (88).



Figure 51: IRM du genou en coupes sagittales en séquences T2 millimétriques (a) et en DP FATSAT (b) :

Dépression douce située dans le prolongement de la médiane diaphysaire fémorale (flèches) : Impaction osseuse.

2. Lésions de l'os cortical :

Ce sont les arrachements osseux qui concernent les insertions ligamentaires et tendineuses. Ces lésions sont témoins d'une lésion ligamentaire ou tendineuse (89).

Parmi les lésions corticales les plus fréquentes :

- **Fracture de Segond** : signe pathognomonique de la rupture du LCA, c'est
- **L'avulsion de la corticale du plateau tibial externe**
- **Fracture avulsion de l'épine tibiale antérieure** : oriente vers la rupture du LCA.
- **Avulsion de la partie proximale de la Fibula** : oriente vers une rupture du LCA ou du LCP.
- **Fracture de Segond médiale** : oriente vers la rupture du LCP, est l'avulsion de la corticale du plateau tibial interne.



Figure 52 : Radiographie du genou gauche de face (a) et IRM du genou en coupes coronales séquences DP FATSAT (b) : fragment cortical oblong, vertical, centimétrique, situé à quelques millimètres du bord latéral du tibia (flèches) :
Fracture de Segond.

F. Les lésions de l'appareil extenseur :

L'appareil extenseur du genou est constitué de trois principales structures : le tendon du quadriceps fémoral, le tendon patellaire et la Patella. Ces structures sont étroitement liées entre eux puisque les fibres du tendon du quadriceps sont ceux qui forment le tendon patellaire juste en dessous, celui-ci relie la Patella à la tubérosité tibiale.

1. Incidence :

Dans notre série, nous n'avons retrouvé aucun cas de lésion de l'appareil extenseur.

Ceci correspond aux données épidémiologiques en Grande-Bretagne puisqu'une étude a objectivé une incidence des lésions de l'appareil extenseur allant de 0,6% à 1,3% de l'ensemble des traumatismes du genou sur une période de 5 ans (90). Cette faible incidence est expliquée par le fait que les tendons sains ne font presque jamais de rupture ; en effet il faut une force égale à 17 fois le poids du corps pour qu'il y ait rupture chez des patients sains (91).

2. Lésions du tendon Quadricipital :

La rupture du tendon Quadricipital survient lors d'une contraction excessive lors d'une décélération brutale chez les sportifs ou bien lors d'un choc direct (92).

Le diagnostic est essentiellement clinique avec un signe presque pathognomonique : la « low-patella » ; c'est la descente de la rotule, qui n'a plus de support, en bas (93) .

Les signes IRM en faveur d'une rupture du tendon Quadricipital sont :

- Signes directs :

- **Perte de la continuité des fibres** : c'est-à-dire une discontinuité totale dans un plan de lecture (visualisation du tendon puis interruption totale de celle-ci)

- **Hypersignal hétérogène intra-tendineux en T1 et en T2**
- **Signes indirects :**
 - Détachement-avulsion, sur coupes sagittales, du tendon de la Patella
 - Œdème supra-patellaire se manifestant par un hypersignal au-dessus du pôle supérieur de la Patella

3. Lésions du tendon rotulien :

La rupture du tendon rotulien est un évènement très rare puisque cette structure est très résistante. La rupture survient donc sur un terrain affaibli : tendinite chronique associée à l'activité sportive « Jumper's Knee » ou dégénérescence tendineuse liée à l'âge (94).

Le diagnostic est essentiellement clinique avec un signe important : l'ascension de la rotule qui, n'étant plus attachée au tendon rotulien, remonte en haut.

Les signes IRM d'une rupture du tendon rotulien :

- **Signes directs :**
 - Hypersignal intra-tendineux en T1 et T2, surtout au niveau de l'insertion du tendon
 - Perte de la continuité des fibres : c'est-à-dire une discontinuité totale dans un plan de lecture (visualisation du tendon puis interruption totale de celui-ci).
- **Signes indirects : (95)**
 - Réaction périostée au pôle inférieur de la Patella
 - Calcification intra-tendineuse
 - Distension du pôle inférieur de la Patella
 - Œdème des parties molles adjacentes au tendon rotulien

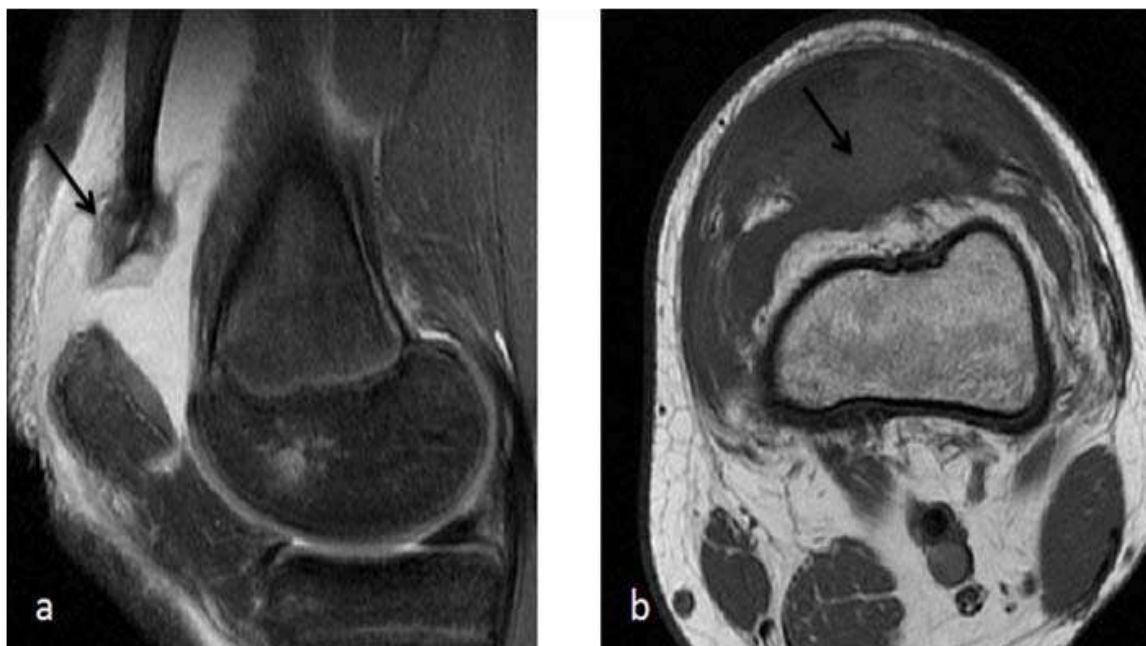


Figure 53: Radiographie standard: Patella basse.

IRM en coupe sagittale DP FAT SAT (a) et axiale en T1(b) : Solution de continuité du tendon quadricipital avec rétraction de l'extrémité tendineuse distale associée à un épanchement au niveau de la bourse sous quadricipitale : Rupture complète du tendon quadricipital

4. Lésions de la Patella :

a. Fractures de la Patella :

Les fractures patellaires ont une incidence de 0,5% de l'ensemble des fractures (96).

Le principal mécanisme responsable de cette lésion est un choc direct antérieur sur le genou. Dans la majorité des cas, les fractures patellaires sont transverses et déplacées, ce qui facilite leur identification sur une simple radiographie standard.

Cependant, dans certains cas la fracture est verticale et non déplacée, ce qui peut mettre la radiographie standard à défaut ; c'est ici que l'IRM joue un rôle prépondérant dans le diagnostic.

L'IRM montre un trait de fracture en hypo-signal en séquence T1 et hypersignal en T2, en s'aidant de coupes axiales, noyé dans un hypersignal correspondant à l'œdème.

b. Luxation de la Patella:

La luxation de la Patella est une blessure commune chez les jeunes adultes actifs (97), elle représente environ 2% à 3% de toutes les lésions du genou et c'est d'ailleurs la deuxième cause d'hémarthrose du genou (98).

Deux principaux mécanismes sont à mettre en cause : Direct à type de choc tangentiel sur la rotule ou indirect suite à un valgus associé à une flexion du genou, ce dernier est responsable de 93% des luxations aiguës de la rotule.

Cependant, plusieurs facteurs prédisposant sont à incriminer : Patella alta, dysplasie trochléaire ou patellaire, Genou Valgum, laxité ligamentaire (99) (100).

L'IRM est l'examen le plus performant dans la détermination des structures lésées associées et par conséquent orienter le traitement, il montre :

- Hémarthrose
- Œdème osseux de la face médiale de la patella et/ou du condyle fémoral latéral
- Fracture-avulsion de la patella
- Fracture -avulsion des condyles fémoraux
- Déformation concave de la patella au point d'impact

G. Les lésions méniscales :

La pathologie méniscale est le plus souvent en rapport avec la dégénérescence chondromyxoides du cartilage (101), mais peut survenir après traumatisme sur le ménisque sain du sujet jeune.

L'IRM permet son étude de manière non invasive avec des résultats variant dans la littérature entre 82 % et 97% pour la sensibilité et 57 % et 98% pour la spécificité ((102), (103) , (104)).

Cependant, le résultat différent pour le ménisque médial (Sensibilité 95%, Spécificité 88%) et pour le ménisque latéral (Sensibilité 81%, Spécificité 96%)

1. Incidence :

- Dans notre série, composée de 20 cas, 65% des patients ont présenté des lésions méniscales avec une prédominance de l'atteinte du ménisque interne de 55%, la partie la plus atteinte est la corne postérieure représentant 9 cas, correspond à 75% des patients.

Les lésions les plus fréquentes sont les atteintes en grade I avec un nombre de 2 cas.

Les 20% concernent le ménisque externe dont la partie la plus atteinte est la corne postérieure chez 2 cas, et les lésions les plus fréquentes sont les lésions de grade I : au nombre de 2 cas.

Ceci correspond aux données de la littérature (105) dont les lésions méniscales sont le motif de consultation le plus fréquente en traumatologies de sport ou chez l'adulte avec une incidence de 13,4/1000, [(106), (107)].

La partie la plus atteinte est la corne postérieure raison de 45%, suivie par la corne antérieure (25%) et en dernier le segment moyen.

Les atteintes en anse de seau ont été objectivées dans 50% des lésions méniscales.

2. Clinique :

Les lésions méniscales se traduisent le plus souvent par des signes fonctionnels variables dont les plus constants sont la douleur, le blocage, l'instabilité ou l'impression de dérangement interne. Certaines lésions méniscales demeurent toutefois totalement asymptomatiques.

3. Mécanismes lésionnels :

Sur le plan physiopathologique, les mécanismes en cause des lésions méniscales sont :

- Varus rotation interne : responsable des lésions du ménisque externe.
- Valgus rotation externe : responsable des lésions du ménisque interne.
- Flexion prolongée du genou puis extension soudaine : mécanisme retrouvé surtout chez les professionnels de carrelage, mécanique ou peinture.

4. Facteurs de risque :

Il existe une variante anatomique du ménisque normal qui constitue un facteur de risque susceptible de générer plus de lésions méniscales à savoir le ménisque discoïde (Trouvé chez un seul cas de nos patients, enfant de 12ans)

Un autre facteur de risque a été décrit dans la littérature : La chondrocalcinose par le biais des calcifications méniscales qui limitent les facultés d'amortissement des chocs du ménisque.

Dégénérescence :

La dégénérescence se traduit en IRM par des anomalies de signal, au sein du ménisque, surtout visible sur les séquences pondérées DP FAT SAT, il s'agit bien de modification de la structure moléculaire méniscale.

Fréquente même chez le sujet jeune et asymptomatiques, ces anomalies

peuvent se présenter selon la classification de Crues et Stoller comme :

Grade 1 : hypersignal central punctiforme ou nodulaire

Grade 2 : hypersignal linéaire à distance des bords du ménisque atteignant parfois sa base, siègent préférentiellement à la partie antérieure ou au niveau du corps du ménisque. Son orientation est horizontale.

Grade 3 : lésions qui atteignent au moins une surface méniscales et sont habituellement considérées comme des fissures méniscales (108).

A NOTER : la différenciation entre les lésions de grade 2 et 3 n'est pas toujours facile, alors la réalisation des coupes fines permet de lever l'ambiguïté.

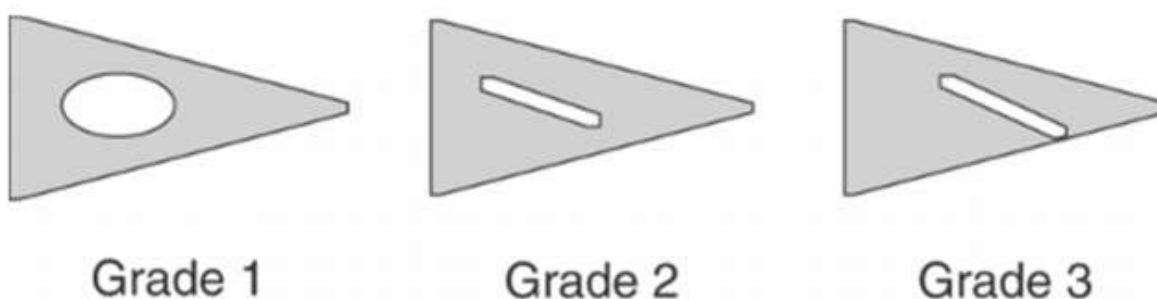


Figure 54 : Classification de Crues et Stoller

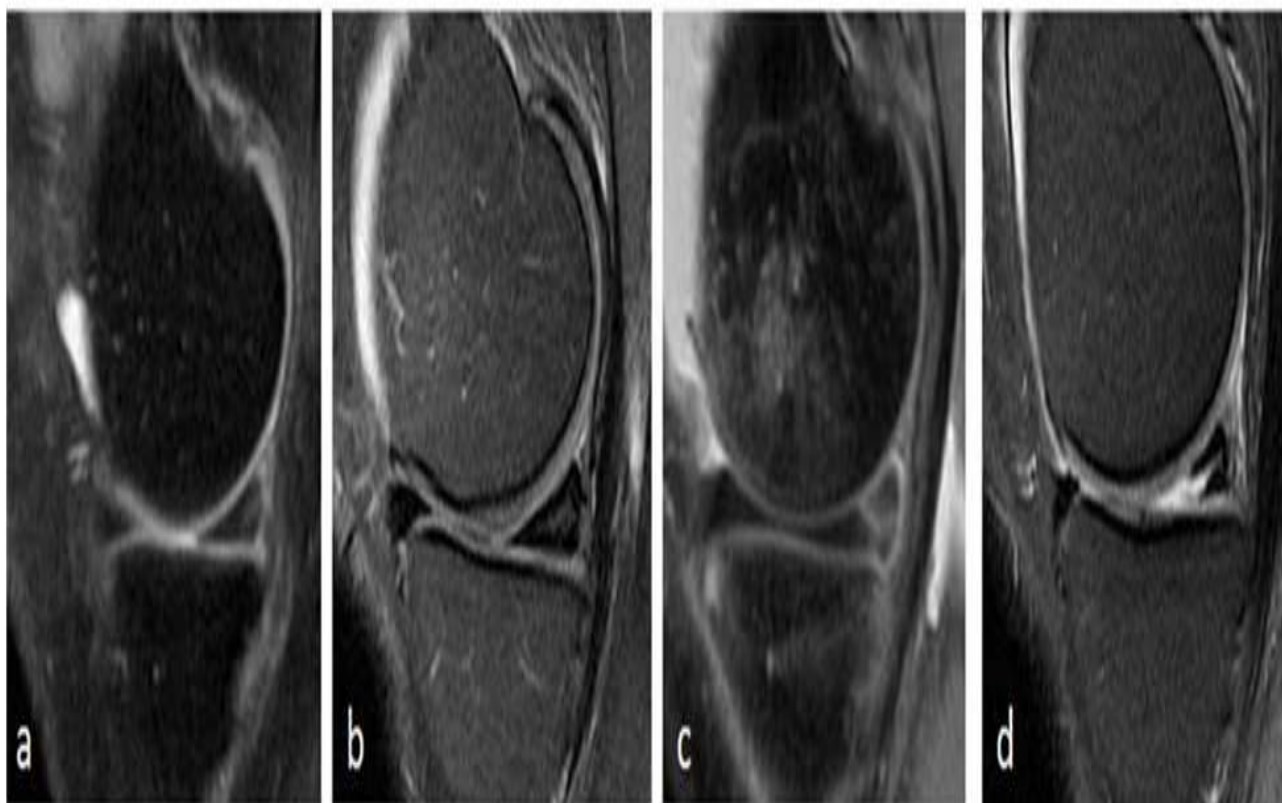


Figure 55:IRM en coupes sagittales DP FATSAT. Représentation IRM de la classification de Stoller.

A: grade 1. B: grade 2. C: grade 3. D: grade 3

5. Ruptures traumatiques :

Les lésions de grade 3 et les lésions de grade 4 qui sont des hyper-signaux complexes signent la rupture méniscale ((109), (110)).

L'examen IRM permet de préciser la localisation de la rupture sur le ménisque, sa direction, la face atteinte ainsi que sa disposition par rapport à l'axe générale du ménisque et son importance et enfin la présence d'une anse de seau ou d'une languette luxée.

Description des lésions principales des ménisques (111)

On peut les classer en trois types de lésions élémentaires :

- **Horizontales** : interruptions plus ou moins parallèles aux plateaux tibiaux, séparant le ménisque entre une portion supérieure et une portion inférieure, les lésions horizontales sont des ruptures partielles (112).
- **Verticales** : plus ou moins perpendiculaires au plateau tibial et pouvant être partielles ou complètes.

On peut les décrire en sous-groupes :

- **Longitudinales**, parallèles à l'axe circonférentiel du ménisque
- **Radiaires**, c'est-à-dire, perpendiculaires à cet axe principal
- **Oblique**, < Parrot beak >, c'est-à-dire comportant une composante radiaire dans le bord libre prolongée par une composante longitudinale dans la partie moyenne
- **Complexes**, avec deux configurations ou plus.

6. Les fissures méniscales :

- Les fissures méniscales horizontales et obliques sont souvent d'origine dégénérative et peuvent être retrouvées en dehors de tout syndrome méniscal clinique.
- Les fissures verticales, si elles sont radiaires, concernant le bord libre du ménisque, elles sont aussi fréquemment trouvées et rarement asymptomatiques.
- Les fissures longitudinales sont plus volontiers d'origine traumatique et sont plus fréquemment symptomatiques.

7. Les fissures méniscales se traduisent en IRM par :

Perte de l'aspect en nœud de papillon qui est normalement visible sur au moins deux coupes consécutives sur des coupes sagittales. (113), c'est le seul signe d'une fissure radiaire ou d'une anse de seau.

Deux signes ont été décrits comme une aide au diagnostic des lésions méniscales externes ((114), (115)) : présence d'un fascicule d'attache poplito-méniscal supérieur anormal et d'un œdème péri-capsulaire postéro-latéral.

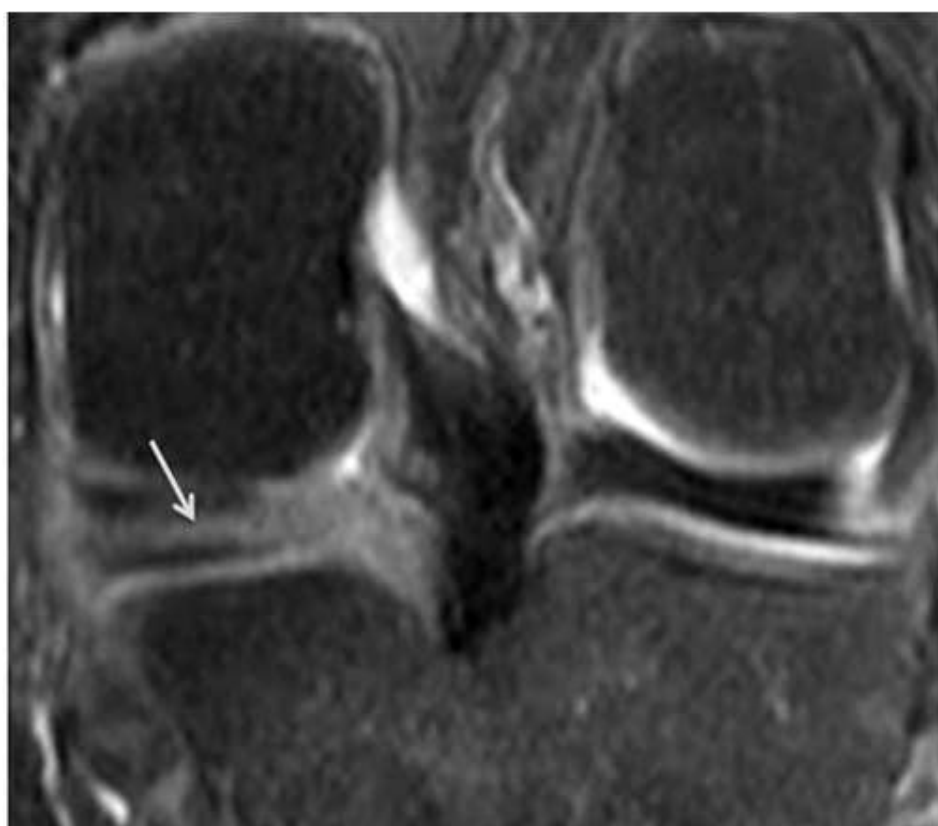


Figure 56: IRM du genou en coupe coronale en DP Fat SAT: lésion linéaire horizontale intra méniscale en hypersignal (flèche) communiquant avec l'articulation : Fissure méniscale horizontale

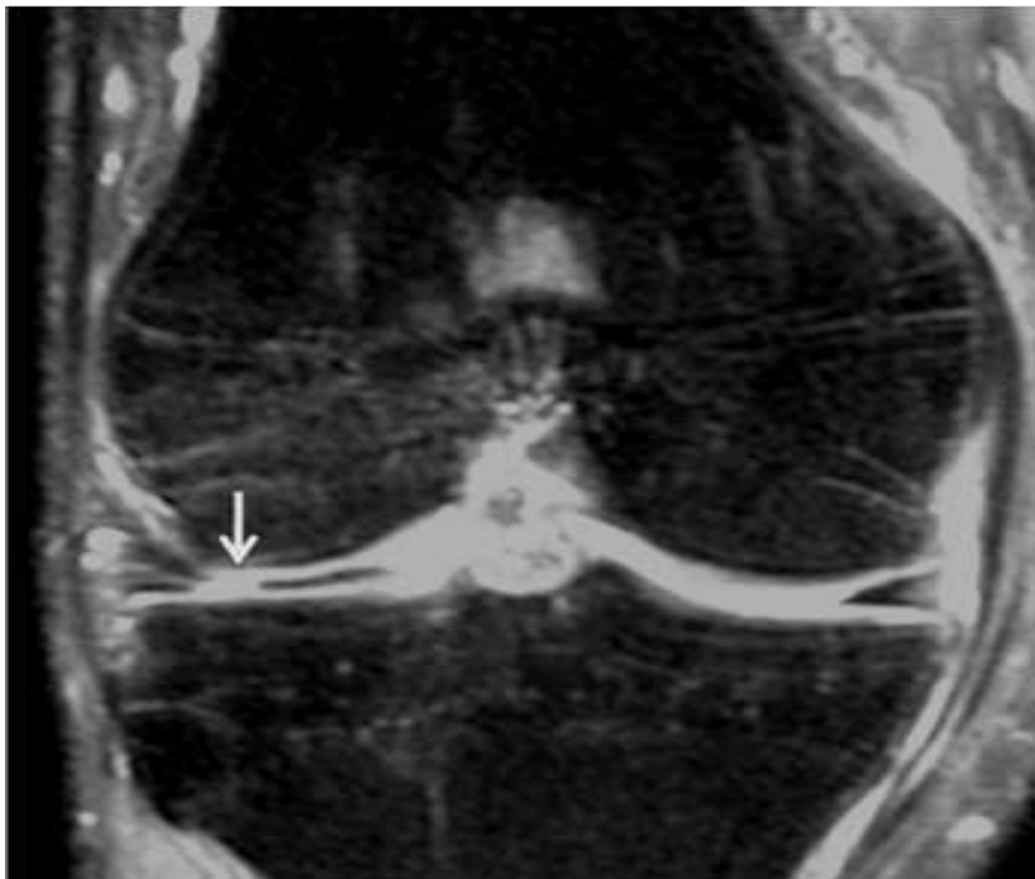


Figure 57: IRM du genou en coupe coronale en DP Fat SAT: Fissure verticale longitudinale du ML séparant les deux fragments du même ménisque (flèche).

Fissure verticale longitudinale.

8. Les lésions en anse de seau :

Les ruptures méniscales avec anse de seau compliquent l'évolution d'environ 10 % des fissures verticales avec extension longitudinale ((116), (117)).

La sensibilité de l'IRM est de 70 % selon les critères diagnostiques utilisés. La visualisation directe du fragment migré dans l'espace inter-condylien reste le signe le plus constant ; le signe du « double ligament croisé postérieur (LCP) » est pathognomonique et présent en cas d'atteinte du ménisque médial avec intégrité du ligament croisé antérieur.

Le fragment luxé apparaît sous la forme d'une bande arciforme en hypo-signal parallèle au ligament croisé postérieur normal, donnant l'aspect d'un « double LCP ».

Une corne antérieure trop grande, « méga corne » (supérieure 6 mm) peut également traduire la présence d'une anse de seau, le fragment méniscal luxé est alors accolé à la corne antérieure saine.

D'autres signes ont été validés en IRM comme le signe du nœud papillon absent, le signe du ménisque basculé (flipped meniscus sign) ou la visualisation directe du fragment méniscal déplacé dans l'espace inter-condylien sur les coupes frontales ou axiales millimétriques.

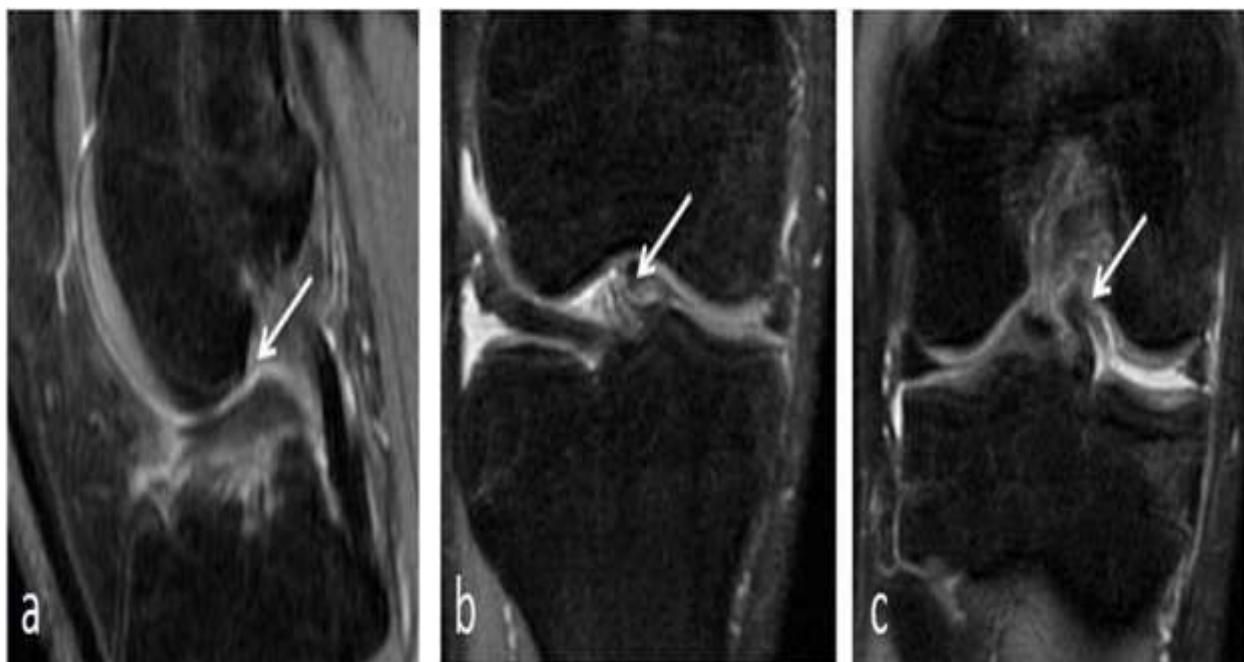


Figure 58:Lésion en anse de seau avec fragment méniscal retourné.

IRM du genou en coupes sagittale (a), coronales (b, c) en DP Fat SAT:

- a. Fissure méniscale en anse de seau avec fragment méniscal au niveau de l'échancrure intercondylienne : signe du serpent (flèche).
- b. Fissure méniscale en anse de seau avec fragment méniscal au niveau de l'échancrure intercondylienne (fragment à distance) (flèche).
- c. Fissure méniscale en anse de seau avec fragment méniscal au niveau de l'échancrure intercondylienne retourné au niveau de sa partie postérieure (flèche).

9. Les contusions méniscales:

Les contusions méniscales résultent habituellement d'un traumatisme en flexion avec compression de la corne postérieure du ménisque médial entre le condyle et le tibia.

L'IRM montre un hypersignal intra méniscal diffus pouvant simuler une fissure (118).

La présence d'une contusion osseuse sous-chondrale associée permet généralement de différencier les contusions méniscales des véritables fissures.

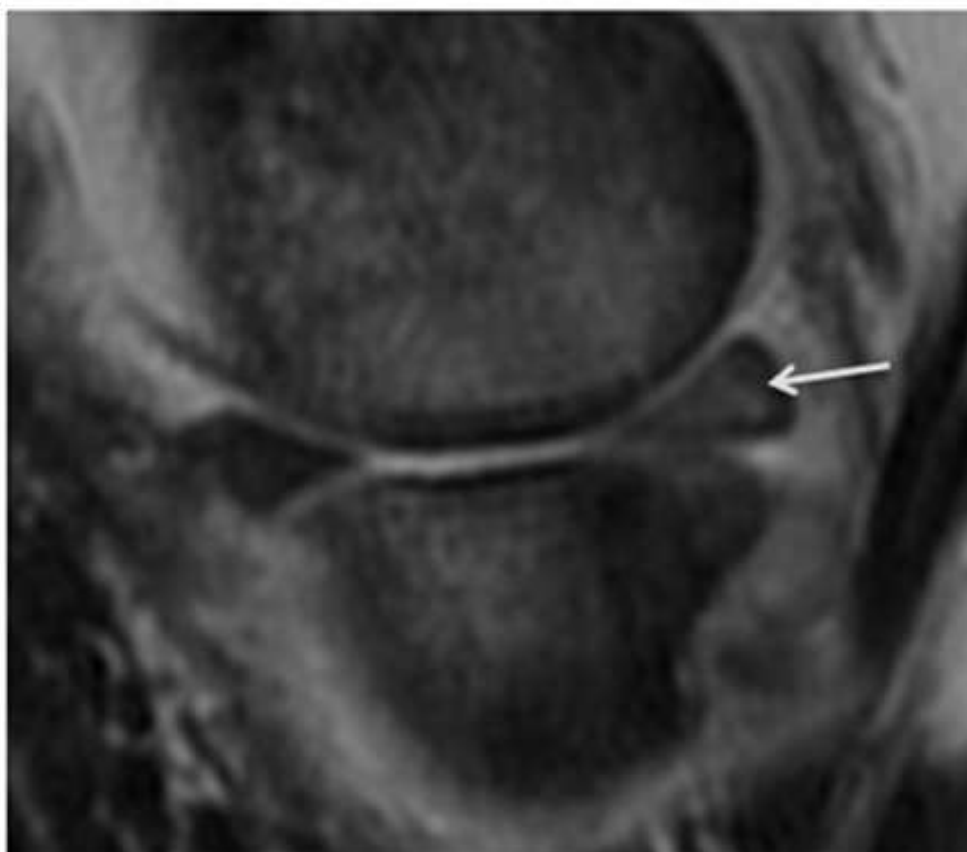


Figure 59:IRM du genou en coupe sagittale en DP Fat SAT: hyper signal diffus intra méniscal intéressant la corne postérieure du MM (flèche) : Contusion méniscale

10. Les désinsertions méniscales:

Les désinsertions méniscales résultent d'un traumatisme violent en valgus et correspondent à la rupture des attaches capsulaires du ménisque. Elles intéressent préférentiellement la corne postérieure du ménisque médial adhérant à la capsule articulaire par l'intermédiaire d'un épaissement capsulaire (ligament oblique postérieur).

Elles se traduisent par un décalage méniscal supérieur à 5 mm par rapport au rebord postérieur du plateau tibial sur des coupes sagittales, ou l'interposition de liquide entre la base méniscale et le plan capsulaire.

11. Les kystes méniscaux: (119) (120)

Ils sont trois fois plus fréquents au niveau du ménisque externe, sont en rapport avec le passage de liquide synovial à travers une fissure méniscale.

Ils peuvent être de siège intra méniscal, alors difficile à différencier de la simple dégénérescence mucoïde.

Ils peuvent migrer vers la graisse sous-rotulienne ou l'échancrure intercondylienne.

Ils se présentent sous la forme d'une lésion bien limitée, le plus souvent de signal intermédiaire en T1, et en franc hypersignal en T2. (Figure 24)

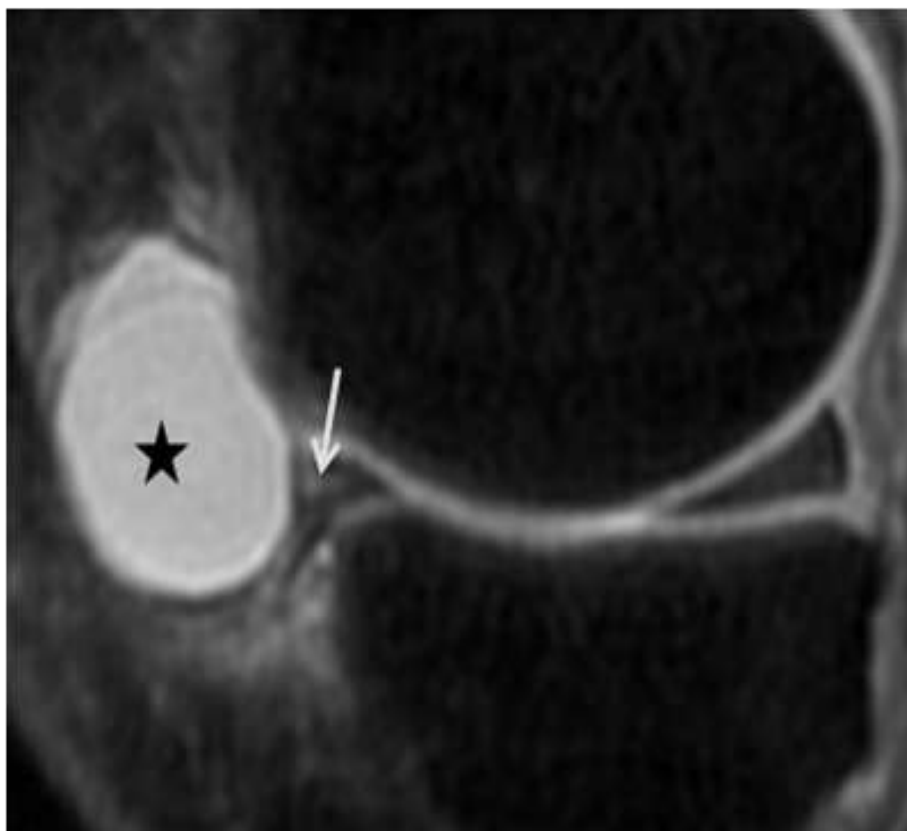


Figure 60: IRM en coupe sagittale en DP Fat SAT: fissure méniscale horizontale (flèche) communiquant avec une lésion kystique ovale (étoile) :Kyste méniscal.

12. Les ménisques discoïdes: (121) (122)

Il s'agit d'une pathologie relativement fréquente puisqu'elle représente 3% de la population adulte et 10% de la population infantile.

Elles siègent fréquemment sur le ménisque externe.

Le diagnostic IRM se fait devant un ménisque anormalement large, ayant une épaisseur d'au moins 2 mm de plus que le ménisque opposé.

Ces ménisques sont fréquemment l'objet d'anomalies de signal de grade variable et sont fréquemment fissurés, dans 50 à 92% des cas.

ANALYSE COMPARATIVE

Tous nos patients ont bénéficié d'un bilan radiographique standard avant de bénéficier d'une IRM.

Notre étude va comparer les apports de ces deux techniques d'imagerie.

- Les fractures-avulsions vues à l'IRM étaient toutes détectées à la radiographie standard.
- La radiographie standard a détecté toutes les fractures du genou qui ont été traitées, puisque l'IRM n'a détecté aucune fracture occulte.

Tableau 13: données Radio-standard IRM

Patient	Données Radio	Données IRM
1	Fracture de Segond	<ul style="list-style-type: none"> • Lésion MI • Rupture LCA • Fracture de Segond
2	Fracture de Segond	<ul style="list-style-type: none"> • Anse de seuil MI • Rupture LCA • Fracture de Segond
3	Fracture de Segond	<ul style="list-style-type: none"> • Anse de seuil MI • Rupture LCA • Fracture de Segond
4	Fracture de Segond	<ul style="list-style-type: none"> • Anse de seuil MI • Rupture LCA • Fracture de Segond
5	Fracture de Segond	<ul style="list-style-type: none"> • Lésion MI • Rupture LCA • Fracture de Segond

La radiographie standard comme montré au-dessus a permis de détecter 100% des lésions trouvées à l'IRM chez les 5 cas comparés. L'IRM par ailleurs n'a détecté aucune fracture occulte non apparente à la radiographie standard.

Au terme de ces résultats, nous déduisons que la radiographie standard reste un examen fiable dans le diagnostic des lésions osseuses (Fractures, fractures-avulsions et même Luxations).

Concernant les lésions ligamentaires,

l'étude de GALLIMORE GW JR , HARMS SE , de BURK DL, KANAL E ,BRUNBERG JA et AL et même l'étude de REICHER MA, HARTZMAN S , BASSET LW et AL ont montré l'intérêt de l'IRM dans l'évaluation des affections ligamentaires aiguës du genou surtout celles traumatiques.[(123) (124) (125)] .

En effet les études faites par LI DK,ADAMS ME,McCONKEY JP et TURNER DA, PRODOMOS CC ,PETASNICK JP et AL confirme ces résultats en montrant l'intérêt important de l'IRM dans la détection des déchirures des ligaments croisés [(126) (127)].

Une autre étude menée par P A KAPLAN , et R G RESSAULT a démontré que la sensibilité de l'IRM à détecter les lésions ligamentaires peut atteindre 94% . (128)

Dans notre série, aucun patient n'a bénéficié d'un Arthroscanner ou d'une échographie du genou.

En guise de récapitulation, la radiographie standard est l'examen de première ligne indispensable devant tout traumatisme du genou afin de mettre en évidence les lésions osseuses surtout. Quant à l'IRM, il reste l'examen le plus complet pour l'exploration du genou traumatique puisqu'il permet une analyse de toutes les structures : Méniscales, ligamentaires, osseuses, appareil extenseur et parties molles.

CONCLUSION

Les lésions ligamentaires post traumatiques du genou sont très fréquents surtout chez les sportifs. Les lésions sont très variées et peuvent être complexes d'où l'intérêt de bien connaître l'anatomie et la radioanatomie IRM normale du genou.

Sur le plan épidémiologique, le sujet jeune de sexe masculin est de loin le plus concerné par les lésions ligamentaires post traumatiques du genou vu son activité accrue par rapport aux autres catégories épidémiologiques.

Sur le plan étiologique, les accidents de sport sont les plus pourvoyeurs de lésions ligamentaires post-traumatiques du genou, en prenant en considération l'incrimination importante des accidents de la voie publique et des accidents de travail dans la genèse des lésions ligamentaires du genou.

Sur le plan radiologique, la radiographie standard reste l'examen de première intention à réaliser devant un traumatisme du genou, permettant ainsi de mettre en évidence que ça soit les fractures, que ça soit les signes indirects d'une lésion ligamentaire. L'IRM quant à elle détient une importance et un intérêt primordial permettant de réaliser un bilan exhaustif des lésions ligamentaires du genou survenant lors d'un traumatisme, en explorant l'ensemble des structures osseuses, méniscales et ligamentaires. Ce bilan est primordial et permet de choisir une prise en charge thérapeutique adéquate à chaque lésion. Surtout, en ce qui concerne l'exploration des pathologies ménisco-ligamentaire du genou, l'IRM présente un examen de référence avec une sensibilité de 95% et une spécificité de 91%.

RESUMES

Résumé

L'articulation du genou, du fait de son caractère portant, est en sollicitation perpétuelle ce qui la prédispose à un risque élevé de traumatismes. L'exploration radiologique de ces traumatismes comporte des examens radiographiques standards de première ligne puis des examens de deuxième ligne plus spécialisés (Ultrasonographie, Arthroscanner ou IRM). L'IRM s'est positionnée ces dernières années comme la technique de choix dans l'exploration du genou traumatique, notre étude a pour but d'évaluer l'apport de cette technique d'imagerie dans le bilan lésionnel ligamentaire des traumatismes du genou.

Méthodes : Notre série a traité d'une façon rétrospective 20 cas de traumatisés du genou avec des lésions ligamentaires et ayant bénéficié d'une IRM au sein de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès.

Résultats : L'âge moyen de nos patients était de 25,72 ans variant entre des extrêmes respectifs de 20 et 50 ans. La prédominance masculine était nette avec un pourcentage de 95% des cas. En ce qui concerne l'étiologie, les accidents de sports ont été les plus représentés avec 40% des cas.

Sur le plan radiologique, les lésions méniscales ont été retrouvées chez 70% des patients avec une prédominance de l'atteinte du ménisque interne. Les lésions ligamentaires étaient assez fréquentes avec lésions du pivot central dans 95% des cas et dans une moindre mesure des lésions des ligaments collatéraux dans 5% des cas. L'épanchement articulaire était la lésion radiologique la plus retrouvée (85% des cas). Toutes les lésions osseuses trouvées à l'IRM ont été détectées par le bilan radiographique standard.

Conclusion : L'IRM du genou reste l'examen le plus complet qui permet d'explorer au même examen l'ensemble des structures osseuses, méniscales, ligamentaires, dont le diagnostic de certaine pathologie était impossible sur la radiographie standard, échographie ou même la TDM, et donc permet d'effectuer précisément : une étude anatomique, évaluation de pronostic, et la prise en charge.

Abstract

The knee joint, because of its load-bearing nature, is under constant stress, which predisposes it to a high risk of trauma. The radiological exploration of these traumas includes first-line standard radiographic examinations and then more specialized second-line examinations (Ultrasonography, Arthroscanner or MRI). In recent years, MRI has positioned itself as the technique of choice in the exploration of the traumatic knee. The aim of our study is to evaluate the contribution of this imaging technique in the assessment of ligament injury in knee trauma.

Methods: Our series retrospectively treated 20 cases of traumatized knee patients with ligament injuries who received MRI scans at the Moulay Ismail Military Hospital in Meknès.

Results: The mean age of our patients was 25.72 years, varying between the respective extremes of 20 and 50 years. The male predominance was clear with a percentage of 95% of cases. In terms of etiology, sports accidents were the most represented with 40% of cases. Radiologically, meniscal lesions were found in 70% of patients with a predominance of internal meniscus involvement. Ligament injuries were fairly frequent with injuries to the central pivot in 95% of cases and to a lesser extent injuries to collateral ligaments in 5% of cases. Joint effusion was the most common radiological lesion (85% of cases). All bone lesions found on MRI were detected by the standard radiographic workup.

Conclusion: The MRI of the knee remains the most Complete examination that allows to explore at the same time all the bone structures, meniscal and ligament, whose diagnosis of certain pathologies was impossible on standard radiography, ultrasound or even CT, and thus allows to carry out precisely: an anatomical study, prognosis evaluation, and management.

ملخص

يعاني مفصل الركبة ، بسبب طبيعته الحاملة ، من إجهاد مستمر مما يعرضه لخطر كبير للإصابة بصدمة .يشمل الاستكشاف الإشعاعي لهذه الصدمات فحوصات التصوير الشعاعي القياسية للخط الأول ثم فحوصات الخط الثاني الأكثر تخصصًا) التصوير بالموجات فوق الصوتية ، أو التصوير بالرنين المغناطيسي أو التصوير بالرنين المغناطيسي .(وضع التصوير بالرنين المغناطيسي نفسه في السنوات الأخيرة كأسلوب مفضل في استكشاف الركبة الرضحية ، وتهدف دراستنا إلى تقييم مساهمة تقنية التصوير هذه في تقييم إصابة الأربطة لصدمة الركبة.

الطرق :

عالجت سلسلتنا بأثر رجعي 20 حالة إصابة في الركبة مع إصابات في الأربطة واستفادت من التصوير بالرنين المغناطيسي في مستشفى مولاي إسماعيل العسكري في مكناس.

النتائج :

كان متوسط عمر مرضانا 25.72 سنة متفاوتة بين 20 و 50 سنة .كانت غلبة الذكور واضحة بنسبة 95 ٪ من الحالات .من حيث المسببات ، كانت الحوادث الرياضية هي الأكثر تمثيلاً بنسبة 40 ٪ من الحالات.

من الناحية الإشعاعية ، تم العثور على آفات الغضروف الهلالي في 70 ٪ من المرضى مع غلبة إصابة الغضروف المفصلي الداخلي .كان تلف الأربطة متكررًا إلى حد ما مع حدوث تلف بالمحور المركزي في 95 ٪ من الحالات وإلى حد أقل تضرر الرباط الجانبي في 5 ٪ من الحالات .كان الانصباب المفصلي هو الأفة الإشعاعية الأكثر شيوعًا (85 ٪ من الحالات) .(تم الكشف عن جميع آفات العظام الموجودة في التصوير بالرنين المغناطيسي من خلال الفحص الشعاعي القياسي.

الخلاصة :

يظل التصوير بالرنين المغناطيسي للركبة هو الفحص الأكثر اكتمالاً مما يجعل من الممكن استكشاف جميع الهياكل العظمية والغضروفية والأربطة في نفس الفحص ، والتي كان من المستحيل تشخيص بعض الأمراض في التصوير الشعاعي القياسي أو الموجات فوق الصوتية أو حتى CT ، وبالتالي يسمح بإجراء دقيق : دراسة تشريحية ، وتقييم الإنذار ، والإدارة.

BIBLIOGRAPHIE

1. **Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W. M. Mitchell.** gray's anatomie troisieme edition.
2. **., MULLER W.** Le genou:anatomie , biomécanique et reconstruction ligamentaire . Berlin : Springer -Verlag , 1994.
3. **., P. burdin.** comment fonctionne un genou : nouveautés en biomecanique . LE GENOU une approche pluridisciplinaire.
4. **P. NEYRET, G. LE BLAY, T. AIT SI SELMI Maitrise.** Examen du Genou : Orthopédique – Les laxités chroniques du genou : G. Bousquet, Le Beguec, P. Girardin. Ed Mc Grawhill, New York, 1991, 1–296 FOWLER P.J., LUBLINER J.A. The predictive value of five clinica.
5. **SCHOLTEN R.J., DEVILLE W.L., OPSTELTEN W., BIJL D., VAN DER PLAS C.G., BOUTER L.M.** The accuracy of physical diagnostic test for assessing meniscal lesions of the knee: a metaanalysis. J Fam Pract. 2001 Nov 50 (11): 955–7. .
6. **J.A., OSTROWSKI.** Accurancy of 3 diagnostics tests for anterior cruciate ligament tears. J Athl Train 2006 Jan–Mar; 41 (1): 120–1. .
7. **M., PRINS.** The lachman test is the most sensitive and the pivot shift the most specific test for the diagnosis of ACL rupture. Aust J Physiother 2006; 52 (1): 66.
8. **LOGAN M.C., WILLIAMS A., LAVELLE J., GEDROYC W., FREEMAN M.** What really happens during the Lachman test? A dynamic MRI analysis pf tibiofemoral motion. Am J Sports Med. 2004 Mar; 32 (2): 369–75.
9. **22–Bachmann LM, Haberzeth S, Steurer J, ter Riet G. .** The accuracy of the Ottawa knee rule to rule out knee fractures: a systematic review. Ann Intern Med 2004;140:121–4.
10. **HERON CW, CLAVERT PT.** Three dimensional gradient echo MR imaging of the Knee. comparaison with arthroscopyin 100 patients.Radiology1992;183: 839–844.
11. **PH., Peetrans. .** Echographie du genou. In: Sintzoff Sed. Imagerie du genou. Paris:Masson, 1989: 86–94.

12. **Tardieu M, Brasseur JL, Richard O et al.** Intérêt de l'échographie du genou. JEMU 1995 ; 19 : 94-101.
13. **Niitsu M, Ikeda K, Itai Y.** Slightly flexed knee position within a standard knee coil: MR delineation of the anterior cruciate ligament. Eur Radiol 1998;8:113- 115.
14. **COUMAS JM, PALMER WE.** Knee arthrography evolution and current status. Radiol Clin North Am 1998 ;36: 703-728. .
15. **WRIGHT DH, DE SMET AA, NORRIS M.** Bucket handle tears of the medial and lateral menisci of the knee : value of MR imaging in detecting displaced fragments. AJR 1995 ;165: 621-625. .
16. **Rothschild PA, Domesek JM, Kaufman L, et al.** MR imaging of the knee with a 0.064-T permanent magnet.
17. **MJ., Bamett.** MR diagnosis of internal derangements of the knee: effect of field strength on efficacy. AJR 1993.
18. **WRIGHT DH, DE SMET AA, NORRIS M.** . Bucket handle tears of the medial and lateral menisci of the knee : value of MR imaging in detecting displaced fragments. AJR 1995 ;165: 621-625. .
19. **Rubin DA, Kneeland JB, Listerud J, Underberg-Davis SJ, Dalinka MK.** MR diagnosis of meniscal tears of the knee: value of fast spin-echo vs conventional spin-echo pulse sequences. AJR Am J Roentgenol 1994;162:1131-1135.
20. **Cheung LP, Li KC, Hollett MD, Bergman AG, Herfkens RJ.** Meniscal tears of the knee: accuracy of detection with fast spin-echo MR imaging and arthroscopic correlation in 293 patients. Radiology 1997;203:508-512.
21. **Escobedo EM, Hunter JC, Zink-Brody GC, Wilson AJ, Harrison SD, Fisher DJ.** Usefulness of turbo spin-echo MR imaging in the evaluation of meniscal tears: comparison with a conventional spin-echo sequence. AJR Am J Roentgenol 1996;167:1223-1227.
22. **CA., Helms.** The meniscus: recent advances in MR imaging of the knee. AJR Am J Roentgenol 2002;179:1115-1122.

23. **Jee WH, McCauley TR, Kim JM, Jun DJ, Lee YJ, Choi BG, et al.** Meniscal tear configurations: categorization with MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2003;180:93-97. .
24. **Rubin DA, Kettering JM, Towers JD, et al.** MR imaging of knees having isolated and combined ligament injuries. *AJR* 1998 ; 170 : 1207-13.
25. **Herman LJ, Beltran J.** Pitfalls in MR imaging of the knee. *Radiology*.
26. **Malghem J, Vande Berg B, Lebon C, Maldague B.** Imagerie ostéo- articulaire: pathologie locale. Paris: Flammarion Médecine-Sciences; 1998 1329p.
27. **Mink JH, Reicher MA, Crues 3 RD JV, Deutsch AL.** MRI of the knee. New York: Raven Press; 1993 474p.
28. **Resnick D, Kang HS.** Internal derangements of joints: Emphasis on MR imaging. Philadelphia: WB Saunders; 1997 (p. 555-785).
29. **Shahabpour M, Van Cauteren M, Osteaux M.** Étude IRM tridimensionnelle du genou. In: Morvan G, Godefroy D, editors. *IRM ostéo-articulaire*. Paris: Sauramps Medical-diffusion Vigot; 1990. p. 45-150.
30. **De Maeseneer M, Lenchik L, Starok M, Pedowitz R, Trudell D, Resnick D.** Normal and abnormal medial meniscocapsular structures: MR imaging and sonography in cadavers. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 171:969-76.
31. **De Maeseneer M, Shahabpour M, Van Roy F, Goossens A, De Ridder F, Clarijs J, et al.** MR imaging of the medial collateral ligament bursa: findings in patients and anatomic data derived from cadavers. *AJR Am J Roentgenol* 2001;177:911-7.
32. **De Maeseneer M, Van Roy F, Lenchik L, Barbaix E, De Ridder F, Osteaux M.** Three layers of the medial capsular and supporting structures of the knee: MR imaging-anatomic correlation. *Radiographics* 2000;20(n°spec):S83-S89.
33. **Jacobson JA, Lenchik L, Ruhoy MK, Schweitzer ME, Resnick D.** MR imaging of the infrapatellar fat pad of Hoffa. *Radiographics* 1997;17: 675-91.
34. **Malghem J, Vande Berg B, Lebon C, Maldague B.** Imagerie ostéo- articulaire: pathologie locale. Paris: Flammarion Médecine-Sciences; 1998 1329p.

35. **Patel SJ, Kaplan PA, Dussault RG, Kahler DM.** Anatomy and clinical significance of the horizontal cleft in the infrapatellar fat pad of the knee: MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170:1551–5.
36. **Testut L, Latarjet A.** *Traité d'anatomie humaine.* Paris: Doin; 1948.
37. **S., Thèse KONE.** Les fractures de la rotule:Prise en charge A propos de 28 cas .Bamako 2005 .
38. **SHARAWY, Ayman el.** Evolution des fractures du genou chez l'adulte au Sultanat d'Oman : revue à long terme de 30 cas. Thèse de doctorat : Univ. Genève, 2005, no. Méd.10443 .
39. **I., Thèse ICHEN.** Fractures de l'extrémité du fémur chez l'adulte. A propos de 44 cas.FES 2010. .
40. **Dalil Bonabé, D.** Les lésions traumatiques du genou dans le service d'orthopédie- traumatologie du CHU Gabriel toure , 2009–2010.
41. **., Thèse TSANGARE I.** Etude épidémiologique, clinique et thérapeutique des fractures de l' extrémité supérieure du tibia dans le service de chirurgie orthopedique et de traumatologie de l' Hopital Gabriel Toure. A propos de 60 cas.Bamako 2007 .
42. **., Thèse FAGE JF.** Intérêt de l'IRM dans diagnostic des luxations ou sublaxations récentes de la rotule .A propos de 39 cas .Grenoble 2010.
43. **Niitsu M, Ikeda K, Itai Y.** Slightly flexed knee position within a standard knee coil: MR delineation of the anterior cruciate ligament. *Eur Radiol* 1998;8:113– 115.
44. **BURK DL, DALANKA MK,KANAL E E ET AL.** .Mniscal and ganglion cysts of the knee:MR evaluation.*AJR* 1988;150:331–336.
45. **Applegate GR, Flannigan BD, Tolin BS, Fox JM, Del Pizzo W.** MRdiagnosis of recurrent tears in the knee: value of intraarticularcontrast material. *AJR* 1993;161:821—5.
46. **LEE JK, YAO L,PHELPS CT et AL.** Anterior cruciate ligament tears :MRI compared with arthroscopy and clinical test radiology 1990;166:861–864.

47. **Cotten.** Imagerie musculosquelettique : pathologies locorégionales. In: Masson E, editor. Collection d'imagerie médicale. Lille: Précis; 2008. p. 668—77.
48. **Vahey TN, Broome DR, Kayes KJ, Shelbourne KD.** Acute and chronic tears of the anterior cruciate ligament: differential features at MR imaging. *Radiology* 1991;181: 251—3. .
49. **insal JN, kelly MA.** *Anatomy, in: insall JN, Windsor RE, scott WN et al ,. surgery of the knee.* churchill Livingstone (NEW YORK) 1993; 1—20.
50. **LOUSTAU O, VIALA J, RICHARDI G. et al.** Rupture récente du ligament croisé postérieur: intérêt des coupes en flexion en IRM. Journées françaises de radiologie, poster électronique 2007.
51. **SANS N, LAPEGUE F.** Anatomie utile du genou. Formations médicales continues 43, journées françaises de radiologie: 879—888. .
52. **BOUTRY N, BOURGES M, DUPONT S, BUDZIK JF, DEMONDION X ET COTTEN A.** Apport de l'imagerie dans les lésions du point d'angle postérolatéral du genou. *J Radiol* 2009; 90: 681—9.
53. **Robertson PL, Schweitzer ME, Bartolozzi AR, Ugoni A.** Anterior cruciate ligament tears: evaluation of multiple signs with MR imaging. *Radiology* 1994;193:829—34. [77]. Klass D, Toms AP, Greenwood R, Hopgood P. MR imaging of acute anterior cruciate ligament .
54. **Ravey JN, P-BL, Coulomb M.** Imagerie par résonance magnétique des lésions méniscoligamentaires du genou. *Encyclopédie médicochirurgicale* 2004;31:20.
55. **Stabler A, Glaser C, Reiser M.** Musculoskeletal MR: knee. *Eur Radiol* 2000;10:230—41. .
56. —. Musculoskeletal MR: knee. *Eur Radiol* 2000;10:230—41. .
57. **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. .

58. **Okazaki K, Miura H, Matsuda S, Yasunaga T, Nakashima H, Konishi K, et al.** Assessment of anterolateral rotatory instability in the anterior cruciate ligament-deficient knee using an open .
59. **Chan WP, Peterfy C, Fritz RC, Genant HK.** MR diagnosis of complete tears of the anterior cruciate ligament of the knee: importance of anterior subluxation of the tibia. *AJR Am J Roentgenol* 1994;162:355—60.
60. **SL., Moore.** Imaging the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am* 2002;33:663—74.
61. **Lee JK, Yao L, Phelps CT, Wirth CR, Czajka J, Lozman J.** Anterior cruciate ligament tears: MR imaging compared with arthroscopy and clinical tests. *Radiology* 1988;166:861—4. .
62. **Cotten.** Imagerie musculosquelettique : pathologies locorégionales. In: Masson E, editor. *Collection d'imagerie médicale*. Lille: Précis; 2008. p. 668—77. .
63. **Donell ST, Marshall TJ, Darrah C, Shepstone L.** Cruciate ligament assessment in MRI scans: a pilot study of a static drawer technique. *Knee* 2006;13:137— 44. .
64. **Tsai KJ, Chiang H, Jiang CC.** Magnetic resonance imaging of anterior cruciate ligament rupture. *BMC Musculoskelet Disord* 2004;5:21. .
65. **Katahira K, Yamashita Y, Takahashi M, Otsuka N, Koga Y, Fukumoto T, et al.** MR imaging of the anterior cruciate ligament: value of thin slice direct oblique coronal technique. *Radiat Med* 2001;19:1—7. .
66. **ACP., Sbihi.** Anatomie du ligament croisé antérieur et isométrie. Ed. Elsevier; 2006. .
67. **Umans H, Wimpfheimer O, Haramati N, Applbaum YH, Adler M, Bosco J.** Diagnosis of partial tears of the anterior cruciate ligament of the knee: value of MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1995;165:893—7.
68. **De Maeseneer M, Van Roy F, Lenchik L, Barbaix E, De Ridder F, Osteaux M.** Three layers of the medial capsular and supporting structures of the knee: MR imaging-anatomic correlation. *Radiographics* 2000;20 Spec No:S83—9.

69. **Bencardino JT, Rosenberg ZS, Brown RR, Hassankhani A, Lustrin ES, Beltran J.** Traumatic musculotendinous injuries of the knee: diagnosis with MR imaging. *Radiographics* 2000;20 Spec No:S103—20.
70. **Runyan BR, Bancroft LW, Peterson JJ, et al.** Cyclops lesions that occur in the absence of prior anterior ligament reconstruction. *Radiographics Online* 2007 ; 27.e26.
71. **Patten RM, Richardson ML, Zink-Brody G, et al.** Complete vs partialthickness tears of the posterior cruciate ligament : MR findings. *JCAT* 1994 ; 18 : 793-9.
72. **VANDE BERG B, LECOUVET F, MALDAGUE B, MALGHEM J.** Imagerie par résonance magnétique des lésions méniscales : le cahier des charges. *Formation médicale continue. Journées Françaises de Radiologie* 2005. .
73. **Escobedo EM, Mills WJ, Hunter JC.** The “reverse Segond” fracture : association with a tear of the posterior cruciate ligament and medial meniscus. *AJR* 2002 ; 178 : 979-83.
74. **Courroy JB, Folinais D, Thelen P, et al.** Les kystes de l'échancrure intercondylienne. In : *Le genou : une approche pluridisciplinaire.* Montpellier : Sauramps Médical ; 2006. p. 253-62.
75. **Bergin D, Morrison WB, Carrino JA, et al.** Anterior cruciate ligament ganglia and mucoid degeneration : coexistence and clinical correlation. *AJR* 2004 ; 182 : 1283-7. .
76. **De Abreu MR, Kim HJ, Chung CB, et al.** Posterior cruciate ligament recess and normal posterior capsular insertional anatomy : MR imaging of cadaveric knees. *Radiology* 2005 ; 236 : 968-73. .
77. **Recondo JA, Salvador E, Villanúa JA, Barrera MC, Gervás C, Alústiza JM.** Lateral stabilizing structures of the knee: functional anatomy and injuries assessed with MR Imaging. *Radiographics* 2000;20(suppl):S91-S102.
78. **FORBES JR, HELMES CA, JAZEN DL.** Acute pes anserine bursitis:MR imaginig .*radiology* 1995;194:525-527 .
79. **Ruiz ME, Erickson SJ.** Medial and lateral supporting structures of the knee.

80. **FORBES JR, HELMES CA, JAZEN DL.** Acute pes anserine bursitis: MR imaging. *radiology* 1995;194:525–527 .
81. **De Maeseneer M, Shahabpour M, Vanderdood K, De Ridder F, Van Roy F, Osteaux M.** Posterolateral supporting structures of the knee: findings on anatomic dissection, anatomic slices and MR images. *Eur Radiol* 2001;11: 2170–2177. .
82. **J. Haims AH, Medvecky MJ, Pavlovich Jr R, Katz LD.** MR imaging of the anatomy of and injuries to the lateral and posterolateral aspects of the knee. *AJR Am J Roentgenol* 2003;180:647–653. .
83. **Huang GS, Yu JS, Munshi M, Chan WP, Lee CH, Chen CY, et al.** Avulsion fracture of the head of the fibula (the “arcuate” sign): MR imaging findings predictive of injuries to the posterolateral ligaments and posterior cruciate ligament. *AJR Am J Roentgenol* 2.
84. **Juhng SK, Lee JK, Choi SS, Yoon KH, Roh BS, Won JJ.** MR evaluation of the “arcuate” sign of posterolateral knee instability. *AJR Am J Roentgenol* 2002;178:583–588. .
85. **Munshi M, Pretterklieber ML, Kwak S, et al.** MR imaging, MR arthrography, specimen correlation of the posterior corner of the knee : An anatomic study. *AJR* 2003 ; 180 : 1095–101.
86. **De Maeseneer M, Van Roy F, Lenchik L, Barbaix E, De Ridder F, Osteaux M.** Three layers of the medial capsular and supporting structures of the knee: MR anatomical correlation. *Radiographics* 2000;20(suppl):S83–S89.
87. **Buchner M, Baudendistel B, Sabo D, Schmitt H.** Acute traumatic primary patellar dislocation: long-term results comparing conservative and surgical treatment. *Clin J Sport Med.* 2005. .
88. **Diederichs G, Issever AS, Scheffler S.** MR imaging of patellar instability: injury patterns and assessment of risk factors. *Radiographics* 2010;30(4):961–81.

89. **Lecouvet FE, Malghem J, Maldague BE, Vande Berg BC.** MR imaging of epiphyseal lesions of the knee : current concepts, challenges, and controversies. *Radiol Clin North Am* 2005;43(4):655—72.
90. **Muhle C, Ahn JM, Yeh LR, et al.** Iliotibial band friction syndrome : MRI imaging findings in 16 patients and MR arthrographic study of six cadaveric knees. *Radiology* 1999 ; 212 : 103–10.
91. **Venkatasamy A, Ehlinger M, Bierry G.** Acute traumatic knee radiographs: beware of lesions of little expression but of great significance. *Diagn Interv Imaging* 2014;95(6):551—60.
92. **Clayton RA, Court-Brown CM.** The epidemiology of musculoskeletal tendinous and ligamentous injuries. *Injury* 2008;39(12): 1338–1344. .
93. **Zernicke RF, Garhammer J, Jobe FW.** Human patellar-tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59(2):179–183. .
94. **Bencardino JT, Rosenberg ZS, Brown RR, Hassankhani A, Lustrin ES, Beltran J.** Traumatic musculotendinous injuries of the knee: diagnosis with MR imaging. *RadioGraphics* 2000;20(spec issue):S103–S120. .
95. **Jerry R. Dwek & Christine B. Chung.** 63. **Blazina ME, Kerlan RK, Jobe FW, Carter VS, Carlson GJ.** Jumper's knee. *Orthop Clin North Am* 1973 et 4(3):665–678. The patellar extensor apparatus of the knee .
96. **Johnson DP, Wakeley CJ, Watt I.** Magnetic resonance imaging of patellar tendonitis. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78(3):452–7. .
97. **Ogden JA, McCarthy SM, Jokl P.** The painful bipartite patella. *J Pediatr Orthop* 1982;2(3):263–9.
98. **J. Sillanpää P, Mattila VM, Iivonen T, Visuri T, Pihlajamaa ki H.** Incidence and risk factors of acute traumatic primary patellar dislocation. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(4):606–611.
99. **Stefancin JJ, Parker RD.** First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;455:93–101. .
100. —. First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;455:93–101.

101. **De Maeseneer M, Shahabpour M, Van Roy F, Goossens A, De Ridder F, Clarijs J, et al.** MR imaging of the medial collateral ligament bursa: findings in patients and anatomic data derived from cadavers. *AJR Am J Roentgenol* 2001. .
102. **P., FICAT.** Pathologie des ménisques et des ligaments du genou. Paris Masson, 1962 158 .
103. **JUSTICE WW, QUINN SF.** Error patterns in MRI imaging. Evaluation of menisci of the knee. *Radiology* 1995 ; 196: 617–621 .
104. **MATZ SO, BECKER L.** MRI of the knee in the sagittal projection: comparaison of 3D gradient echo and spin echo sequences. *AJR* 1989,153:537–540 .
105. **QUINN SF, BROWN TR, SZUMOWSKI J.** MENISCI OF THE KNEE: RADIAL MRI correlated with arthroscopy in 259 patients. *Radiology* 1992;185:577–580 .
106. **Hede A, Jensen DB, Blyme P, Sonne-Holm S.** Epidemiology of meniscal lesions in the knee 1,215 open operations in Copenhagen 1982–84. *Acta Orthop Scand* 1990;61:435–7. .
107. **De Smet AA, Blankenbaker DG, Kijowski R, Graf BK, Shinki K.** MR diagnosis of posterior root tears of the lateral meniscus using arthroscopy as the reference standard. *AJR* 2009;192:480–6. .
108. **Drapé JL, Godefroy D, Dupont AM, Pessis E, Sarazin L, Minoui A, et al.** Les limites de l'IRM dans la pathologie méniscale. .
109. **KORNICK J, TREFELNER E, MAC CARTHEY S et al.** MENISCAL ABNORMALITIES IN THE ASYMPTOMATIC POPULATION AT MRI. *RADIOLOGY* 1990:177–463–465 .
110. **Stoller DW, Martin C, Crues JV, Kaplan I, Mink JH.** Meniscal tears: pathologic correlation with MR imaging. *Radiology* 1987;163:731–5.
111. **CRUES III JV, MINK JH, LEVEY TL et al.** MENISCAL TEARS OF THE KNEE : ACCURACY OF MRI RADIOLOGY.
112. **jee WH, Mac cauley TR, Kim JM et al.** Meniscal tear configurations: categorization with Mr imaging 2003;180–93–7 .

113. **zanetti M, pfirrmann CW, sfmid MR, Romerero J, seifert B, hodler J.** patients with suspected meniscal tears :prevalence of abnormalities seen on MRI of 100 symptomatic and 100 contralateral asymptomatic knee AJR 2003;181:635–41 159 .
114. **Lecas LK, Helms CA, Kosarek FJ, Garret WE.** Inferiorly displaced flap tears of the medial meniscus: MR appearance and clinical significance. AJR 2000;174:161—4. .
115. **De Smet AA, Blankenbaker DG, Kijowski R, Graf BK, Shinki K.** MR diagnosis of posterior root tears of the lateral meniscus using arthroscopy as the reference standard. AJR 2009;192:480—6.
116. **BLANKENBAKER DG, DE SMET AA, SMITH JD.** USEFULNESS OF TWO INDIRECT MRI SIGNS TO DIAGNOSE LATERAL MENISCAL TEARS. AJR 2002;178:579–582.
117. **Cargill AO, Jackson JP.** Bucket–handle tear of the medial meniscus. J Bone Joint Surg 1976;58A:248—51.
118. **Van de Berg BC, Malghem J, Poilvache P, Maldague B, Lecouvet FE.** Meniscal tears with fragments displaced in notch and recesses of knee: MR imaging with arthroscopic comparison. Radiology 2005;234:842—50. .
119. **Cothran Jr RL, Major NM, Helms CA, Higgins LD.** MR imaging of meniscal.
120. **JANZEN DL, PETERFY CG, FORBES R ET AL.** CYSTIC LESIONS.
121. **Dufour M, Carrasset S, Arwidson I, et al.** IRM du genou. RIM 1995;7:49—62.
122. **SILVERMAN JM, MINCK JH, DEUTSH AL.** SILVERMAN JM, MINCK JH, DEUTSH AL. DISCOID MENISCI OF THE KNEE: MRI APPEARANCE. RADIOLOGY 1989;173:351–354.
123. **GALLIMORE GW JR, HARMS SE,.** Knee injuries: high resolution MR imaging, Radiology (1986) 160:457–61.
124. **BURK DL, KANAL E, BRUNBERG JA et al,.** 1.5–T surface–coil MRI of the knee, AJR (1986) 147:293–300.
125. **REICHER MA, HARTZMAN S, BASSETT LW et al,.** MR imaging of the knee. Part I. traumatic disorders, radiology (1987) 162:547–51.

126. **LI DK, ADAMS ME, McCONKEY JP,**. Magnetic resonance imaging of the ligaments and menisci of the knee, *Radiol Clin North Am* (1986) 24:209–27.
127. **TURNER DA, PRODOMOS CC, PETASNICK JP et al,**. Acute injury of the ligaments of the knee:magnetic resonance evaluation, *Radiology* (1985) 154:717–22.
128. **Kaplan PA, Dussault RG ,.** Magnetic resonance imaging of the knee: menisci, ligaments, tendons 1993 Fall;5(4):228–48 .

