كلية الطب والصيدلة وطب الأسنان
FACULTÉ DE MÉDECINE, DE PHARMACIE ET DE MÉDECINE DENTAIRE
جامعة سيدي محمد بن عبد الله - فاس
UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES

Corrélation IRM- ARTHROSCOPIE dans le diagnostic des Lésions Méniscales et ligamentaires du Genou

Mémoire présenté par :

Docteur KHALIL CHAFI

Pour l'obtention du diplôme de spécialité en médecine

OPTION : RADIOLOGIE

Sous la direction de professeur : Brahim ZAINOUN

Session septembre 2024

جامعة سيدي محمد بن عبد الله - فاس
UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES
كلية الطب والصيدلة وطب الأسنان
FACULTÉ DE MÉDECINE, DE PHARMACIE ET DE MÉDECINE DENTAIRE

Corrélation IRM- ARTHROSCOPIE dans le diagnostic des Lésions Méniscales et ligamentaires du Genou

Mémoire présenté par :

Docteur KHALIL CHAFI

Pour l'obtention du diplôme de spécialité en médecine

OPTION :RADIOLOGIE

Sous la direction de professeur :Brahim ZAINOUN

Session septembre 2024

Médecin Colonel Brahim ZAINOUN
Professeur de Radiologie
Faculté de Médecine et Pharmacie-Fès
Chef de Service Hôpital Militaire Moulay Ismaïl - Meknès
INPE : 101106607

Scanné avec CamScanner

PLAN

PLAN 3
LISTES D'ABREVIATIONS 8
INTRODUCTION 10
PATIENTS ET MÉTHODES 12
I. Patients 13
1. Échantillon de l'étude 13
2. Les critères d'inclusion 13
3. Les critères d'exclusion 13
II. Méthodes : 14
1. Type et durée de l'étude 14
2. Déroulement de l'étude 14
III. Objectif 14
RESULTATS 15
I. ÉTUDE ÉPIDÉMIOLOGIQUE 16
1. L'âge 16
2. Le sexe 17
3. Le côté atteint 18
4. Activité Physique 19
5. Circonstances de survenue lors de l'accident causal 19
II. ETUDE CLINIQUE 20
1. Les signes fonctionnels 20
2. Les signes physiques 22
III. Étude paraclinique 23
1. Radiographies standard 23
3. IRM 26
2.1. Délai entre le début des symptômes et la réalisation de l'IRM 26
2.2. Les lésions méniscales 26
2.3. Les lésions ligamentaires 35
2.4. Les lésions associées 43
IV. Prise en charge thérapeutique 45
1. Délai entre la réalisation de l'IRM et l'intervention chirurgicale : 45
2. Intervention : 45
3. Résultats de l'exploration arthroscopique : 46

3.1. Les lésions méniscales : 46
3.2. Lésions du LCA : 48
3.3. Lésions du LCP : 48
3.4. Lésions des ligaments collatéraux : 48
V. Corrélation IRM-arthroscopie 50
1. Ménisque interne : 50
2. Ménisque externe : 52
3. Ligament croisé antérieur : 54
4. Ligament croisé postérieur et ligaments collatéraux : 56
VI. Suites postopératoires : 57
DISCUSSION 58
I. Anatomie générale du genou : 59
1. Anatomie topographique : 59
1.1. Surfaces articulaires : 59
1.2. Moyens d'union : 63
1.3. Vascularisation : 66
1.4. Innervation : 66
1.5. Muscles : 67
2. Anatomie fonctionnelle du genou 68
2.1. Le système capsulo-ligamentaire 68
2.2. Les ménisques 71
2.3. L'appareil extenseur 72
II. L'anatomopathologie des lésions ménisco-ligamentaires du genou 73
1. Les lésions méniscales 73
1.1. Les fissures méniscales 73
2. Les lésions ligamentaires 78
2.1. Le ligament croisé antérieur (LCA) 78
2.2. Le ligament croisé postérieur (LCP) 79
2.3. Les ligaments collatéraux 79
Il existe trois stades de l'entorse des ligaments collatéraux 79
DISCUSSION DES RÉSULTATS 81
I. Données épidémiologiques 82
1. Âge 82

2. Sexe 83
3. Côté atteint 84
4. Circonstances de survenue lors de l'accident causal 85
II. Étude clinique 86
1. Signes fonctionnels 86
2. Signes physiques 88
2.1. Inspection 88
2.2. Examen clinique des ménisques 89
2.3. Examen clinique des ligaments 91
2.4. Examen clinique des ligaments 92
2.5. Recherche de la pathologie arthrosique et épanchement 93
2.6. Le reste de l'examen 93
III. Imagerie du genou 94
1. Radiographies standard 94
2. Échographie du genou 97
3. Arthroscanner du genou 100
4. Imagerie par résonance magnétique du genou 100
4.1. Les avantages de l'IRM 101
4.2. Les indications de l'IRM dans la pathologie du genou L'IRM est donc très performante pour déceler 101
4.3. Les contre-indications de l'IRM 101
4.4. Technique de l'IRM 102
4.5. Radio-anatomie du genou : IRM normale 105
4.6. Sémiologie IRM des lésions ménisco-ligamentaires 122
4.7. Imagerie IRM des ligamentoplasties 154
IV. Arthroscopie 159
1. Matériel d'arthroscopie 160
1.1. Arthroscope 160
1.2. La colonne arthroscopique 161
1.3. Instruments usuels 162
2. Anesthésie 163
3. Installation du patient 163
4. Voies d'abord 164

4.1. La voie antéro-externe 165
4.2. Les deux voies antéro-internes 165
5. La chirurgie arthroscopique du genou 166
5.1. L'arthroscopie diagnostique 167
5.2. Traitement des lésions méniscales....168
V. Corrélation IRM-Arthroscopie des lésions ménisco-ligamentaires du genou :....
....170
1. Corrélation des lésions méniscales 170
1.1. Pour le ménisque interne 170
1.2. Pour le ménisque externe....170
2. Corrélation des lésions ligamentaires....174
2.1. Ligament croisé antérieur (LCA) 174
CONCLUSION....178
RESUME....180
BIBLIOGRAPHIE....184

LISTES D'ABREVIATIONS

AVP : Accident de la voie publique

AT : Accident de travail

DPFATSAT : Densité de proton avec saturation de graisse

FN : Faux Négatif

FP : Faux Positif

FSE : Fast Spin Écho

IRM : Imagerie par Résonnance Magnétique

LCA : Ligament Croisé Antérieur

LCL : Ligament Collatéral Latéral

LCM : Ligament Collatéral Médial

LCP : Ligament Croisé Postérieur

ME : Ménisque Externe

MI : Ménisque Interne

ML : Ménisque Latéral

MM : Ménisque Médial

VN : Vrai Négatif

VP : Vrai Positif

VPN : Valeur Prédictive Négative

VPP : Valeur Prédictive Positive

TTA : Tubérosité Tibiale Antérieure

VIB : Voie Interne Basse

VE : Voie Externe

VIH : Voie Interne Haute

EVA : Échelle Visuelle Analogique

EVS : Échelle Verbale Simple

AINS : Anti-Inflammatoire Non Stéroïdien

ECG : Électrocardiogramme

INTRODUCTION

L'articulation du genou est une articulation portante unissant le fémur au tibia et à la patella, supportant tout le poids du corps. Elle est constamment sollicitée en flexion-extension et en contraintes rotatoires. Cette utilisation perpétuelle a pour conséquence un risque accru de traumatisme concernant soit la charpente osseuse, soit les parties molles, notamment le contingent ligamentaire, méniscal ou la capsule articulaire.

Les lésions ménisco-ligamentaires du genou représentent un motif de consultation assez fréquent. Elles sont surtout l'apanage de l'adulte jeune sportif, d'où l'importance de les diagnostiquer à temps, afin de proposer un traitement adéquat et de minimiser les séquelles éventuelles.

La clinique garde une place importante dans le diagnostic de ces lésions, mais elle n'est pas toujours suffisante. Par conséquent, nous devons utiliser des mesures non invasives ou invasives supplémentaires pour les diagnostiquer avec précision.

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) représente actuellement l'examen de référence dans l'exploration du genou, surtout en ce qui concerne l'identification des atteintes ménisco-ligamentaires. Malgré son innocuité, son étude multiplanaire et sa résolution relativement élevée en contraste, sa spécificité et sa sensibilité font toujours objet de débat.

L'arthroscopie du genou peut être utilisée aussi bien pour le diagnostic que pour le traitement, mais son caractère invasif et ses complications, même si elles sont rares, vont contre son utilisation fréquente en routine diagnostique.

Nous avons donc voulu à travers ce travail, étudier la corrélation entre les données de l'IRM et les résultats de l'arthroscopie, qui offre l'ultime diagnostic anatomique, afin d'approcher la sensibilité, la spécificité, la VPP et la VPN de l'IRM dans notre contexte et de comparer ces valeurs aux résultats de la littérature.

PATIENTS ET MÉTHODES

I. Patients

1. Échantillon de l'étude :

Notre série comporte 60 cas de malades colligés aux services de traumatologie-orthopédie et de radiologie de l'Hôpital militaire Moulay Ismail Meknes

2. Les critères d'inclusion :

Nous avons inclus dans notre étude les patients :

- Présentant une clinique évoquant une lésion méniscale ou ligamentaire, quelle que soit son étiologie.
- Ayant bénéficié d'une exploration par IRM du genou réalisée et interprétée au service de radiologie de l'Hôpital militaire Moulay Ismail, qui a mis en évidence une lésion méniscale et/ou ligamentaire et ayant bénéficié d'une exploration arthroscopique au service de traumatologie de l'Hôpital militaire Moulay ismail.

3. Les critères d'exclusion :

Nous avons exclu les patients :

- Ayant présenté une suspicion de lésion méniscale ou ligamentaire n'ayant pas bénéficié à la fois d'IRM et d'exploration arthroscopique.
- Dont l'IRM n'a pas mis en évidence de lésion méniscale ou ligamentaire.
- Les dossiers incomplets ou inexploitables.

II. Méthodes :

1. Type et durée de l'étude :

Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective comparative, menée aux services de radiologie et de traumatologie-orthopédie de l'Hôpital militaire Moulay Ismail de Meknes sur une durée s'étalant sur cinq ans, de 2019 à 2024.

2. Déroulement de l'étude :

- Le recueil des données cliniques et radiologiques s'est fait à partir des dossiers médicaux archivés au service de traumatologie avec respect de la confidentialité de ces données.
- Le tri des dossiers selon les critères d'inclusion et d'exclusion.
- Les IRM dans notre étude ont été réalisées avec une machine de marque GE de haut champ magnétique 1,5 Tesla Aéra.

Objectif :

- Étudier la concordance entre les données radiologiques représentées par l'IRM, et les données anatomiques représentées par les résultats des explorations arthroscopiques et chirurgicales dans les lésions ménisco-ligamentaires du genou, afin d'approcher la sensibilité, la spécificité, les valeurs prédictives positives et négatives de l'IRM dans notre contexte.

RESULTATS

Les résultats de l'étude comportent des données épidémiologiques, cliniques, radiologiques et chirurgicales. Les résultats sont représentés sous forme de tableaux et illustrés par des graphiques pour faciliter leur analyse.

I. ÉTUDE ÉPIDÉMIOLOGIQUE :

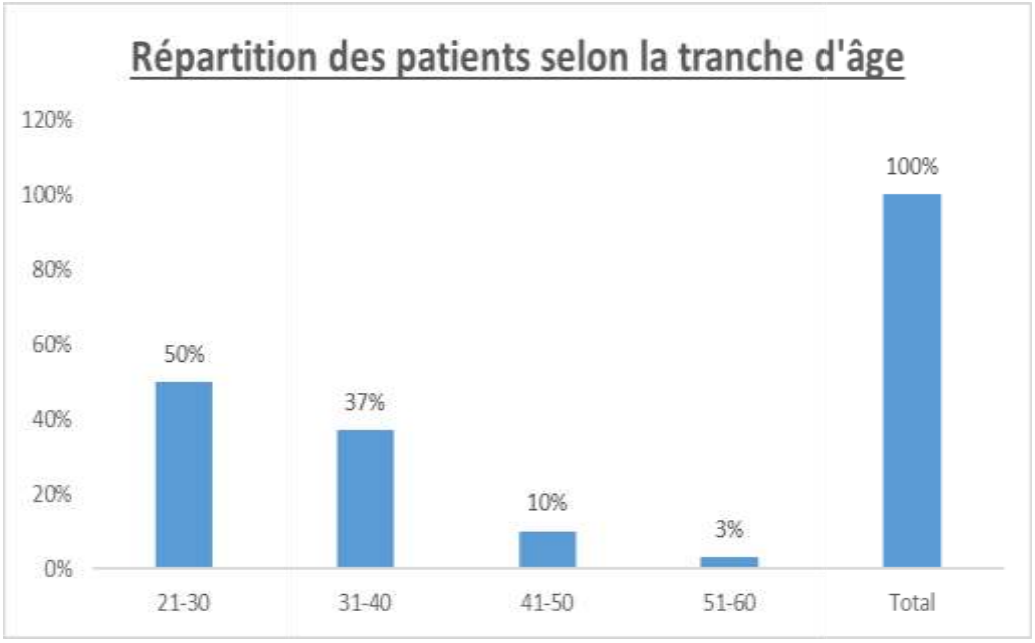
1. L'âge :

Dans notre série, l'âge des patients varie entre 22 ans et 60 ans, avec un maximum de lésions retrouvées dans la tranche d'âge de 21 à 30 ans (29 patients).

Tableau I : Répartition des patients selon la tranche d'âge :

Fourche d'âge	21-30	31-40	41-50	51-60	Total
Nombre	29	23	6	2	60
Pourcentage	50%	37%	10%	3%	100%

Figure 2 : Répartition des patients selon la tranche d'âge



2. Le sexe :

Notre série comporte 59 hommes (soit 98%) pour seulement 1 femme (soit 2%).

Tableau II : Répartition des patients selon le sexe

	Nombre de cas	Pourcentage
Hommes	59	98%
Femmes	1	2%
Total	60	100%

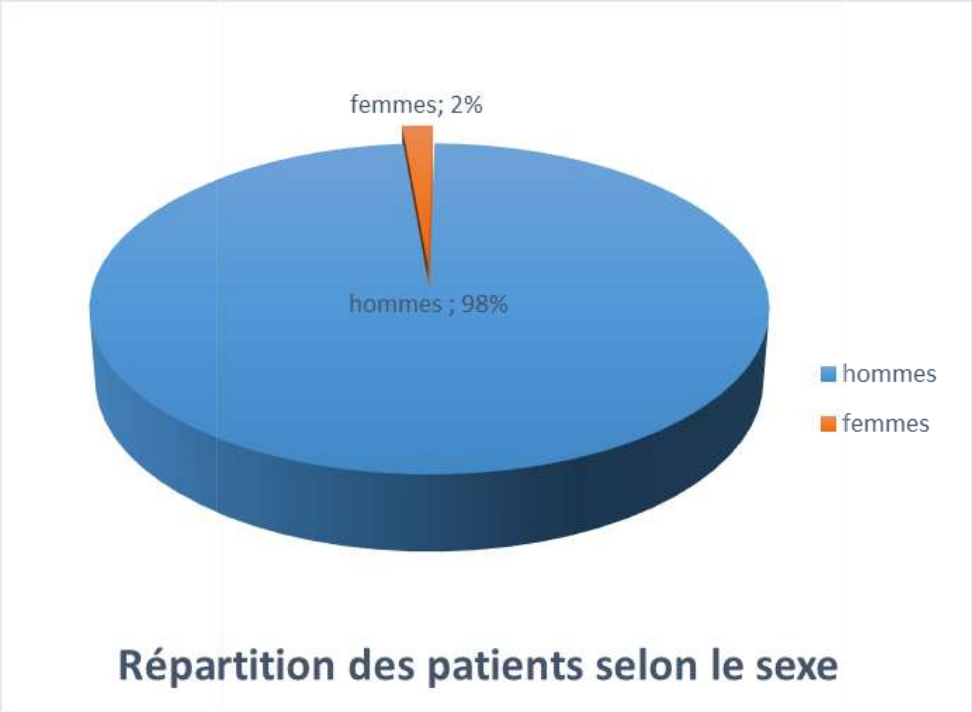


Figure 3 : Répartition des patients selon le sexe

3. Le côté atteint

Dans notre série, le côté le plus atteint est le genou droit, retrouvé chez 34 patients (43%) par rapport au côté gauche.

Il est à noter que 26 patients (57%) ont des atteintes du côté gauche.

Tableau III : Répartition des patients selon le côté atteint

	Nombre de cas	Pourcentage
Côté gauche	26	43%
Côté droit	34	57%
Total	60	100%

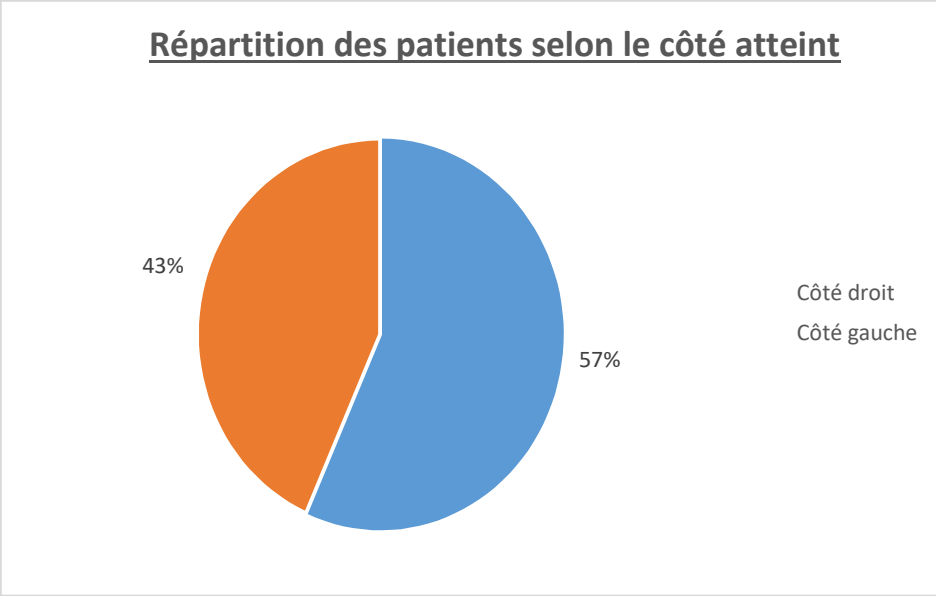


Figure 4 : Répartition des patients selon le côté atteint

4. Activité Physique

L'activité physique dans notre série est répartie comme suit :

Tableau IV : Répartition des patients selon leurs activités physiques

	Actif	Sédentaire	Sport de loisirs	Sport de compétition
Nombre de cas	55	5	45	1
Pourcentage	92%	8%	75%	2%

5. Circonstances de survenue lors de l'accident causal

Les accidents de sport constituent la situation la plus fréquente, retrouvée chez 79 % des cas, suivie des accidents de la voie publique (AVP) dans 8 %, des chutes dans 5 % des cas, et enfin des accidents de travail (AT) dans 3 % des cas. Dans 5 % des cas, les patients ne rapportent pas de notion de traumatisme notable. Le sport responsable des lésions du genou dans notre série est essentiellement le football.

Tableau V : Répartition des patients selon l'accident causal

	Accident De sport	AVP	AT	chute	Pas de notion de traumatise
Nombre de cas	47	5	2	3	3
Pourcentage	79%	8%	3%	5%	5%

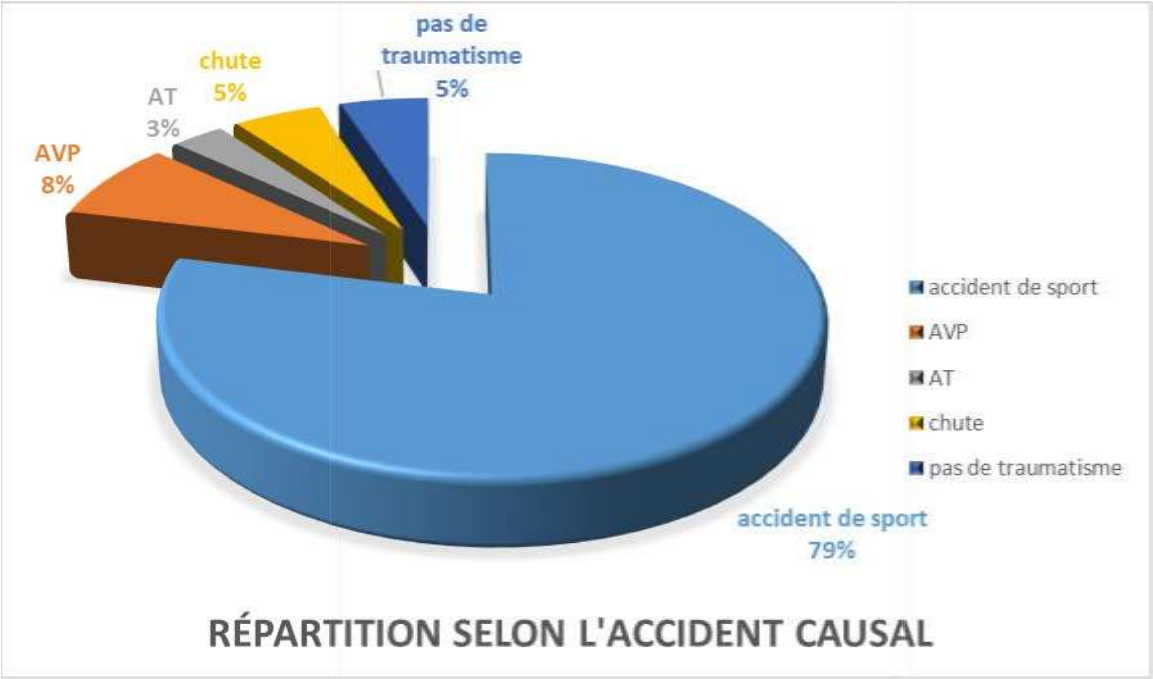


Figure 6 : Répartition des patients selon l'accident causal

II. ETUDE CLINIQUE

1. Les signes fonctionnels

La douleur est le motif de consultation le plus fréquent, rapportée par tous les patients (100%). Chez la majorité de nos patients, cette douleur a été associée à d'autres signes fonctionnels : l'instabilité dans 68 % des cas et le blocage articulaire dans 30 % des cas.

Moins fréquemment, d'autres signes fonctionnels sont rapportés, tels que le gonflement articulaire chez 9 patients (15%) et l'impotence fonctionnelle chez un seul patient (2%). Il est à noter qu'un même patient peut présenter plusieurs signes fonctionnels associés.

Tableau VI : Répartition des signes fonctionnels chez les patients

Signes fonctionnels	Nombre de cas	Pourcentage
Douleur	60	100%
Instabilité du genou	41	68%
Blocage	18	30%
Gonflement articulaire	9	15%
Impotence fonctionnelle	1	2%

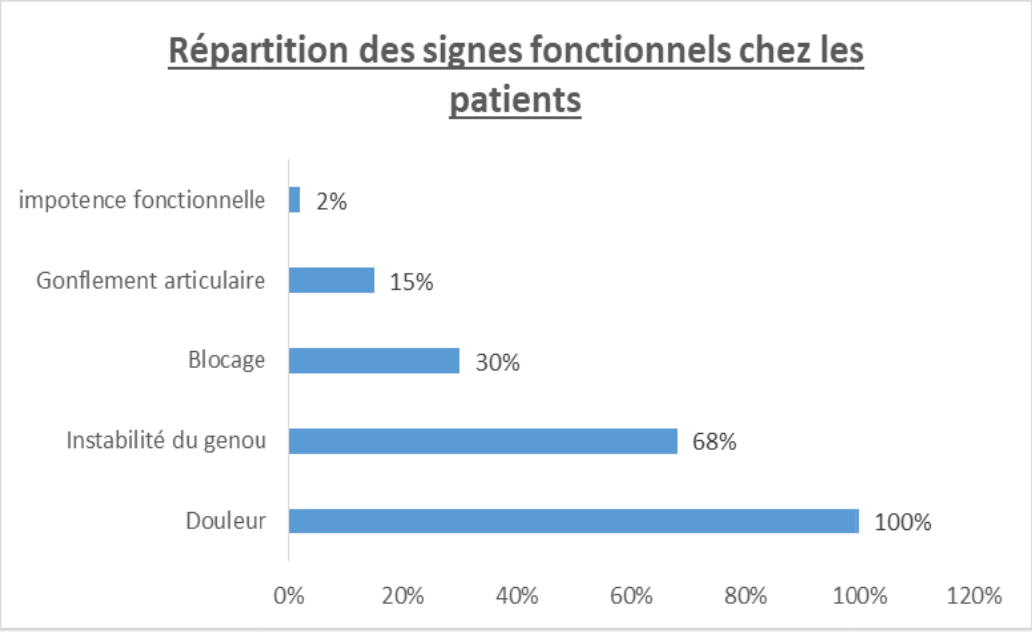


Figure 7 : Répartition des signes fonctionnels chez les patients

2. Les signes physiques

L'examen physique a été complet chez nos malades, mais notre étude s'est intéressée de façon approfondie au genou à la recherche des lésions méniscales, ligamentaires et des lésions associées par les éléments suivants :

- Le syndrome méniscal : recherché par le « cri » méniscal, le Grinding Test et le signe de McMurray.
- La laxité antéropostérieure : évaluée par le signe de Lachman, le ressaut rotatoire et les tiroirs antérieurs et postérieurs.
- La recherche de l'épanchement articulaire : effectuée par l'inspection et le choc rotulien, ainsi que la recherche de la laxité périphérique.

Dans notre série, l'examen clinique est dominé par le syndrome méniscal, présent chez 75 % des cas, ainsi que le test de Lachman et le tiroir antérieur retrouvés positifs chez 73 % des patients. Le ressaut rotatoire est trouvé dans 67 % des cas. Un patient a présenté un tiroir postérieur positif. L'épanchement articulaire est objectivé dans 7 % des cas. Enfin, la laxité périphérique a été notée chez un seul patient. Il est à noter qu'un même patient peut présenter plusieurs signes physiques associés.

Tableau VII : Répartition des signes physiques chez les patients

SIGNEPHYSIQUE	NOMBRE	POURCENTAGE
Tiroir antérieur	44	73%
Lachman	44	73%
Ressaut rotatoire	40	67%
Tiroir postérieur	1	2%
Syndrome méniscal	45	75%
Laxité périphérique	1	2%
anchement intra articulaire	4	7%

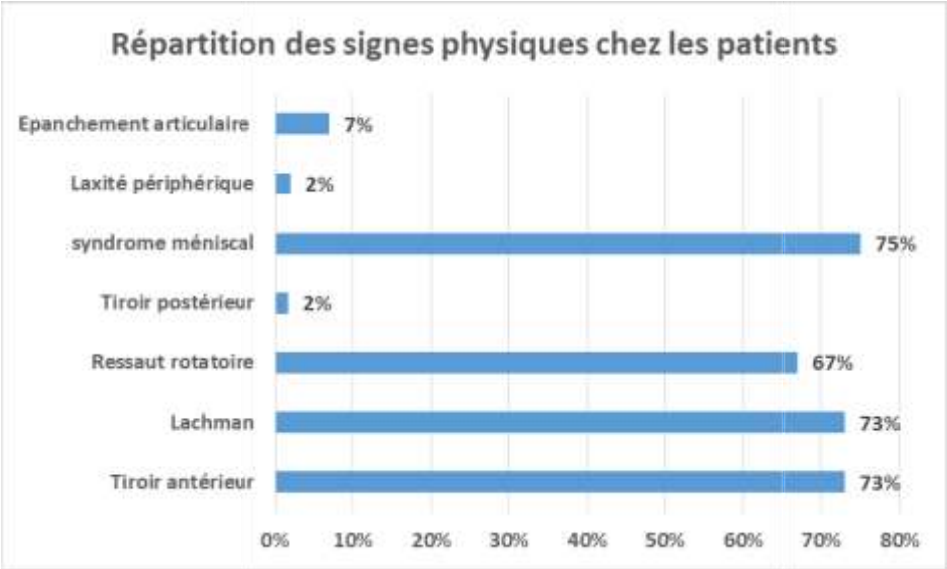


Figure 8 : Répartition des signes physiques chez les patients

III. Étude paraclinique

Après l'interrogatoire et l'examen clinique complet, tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie standard et d'une IRM du genou pour mieux étudier les lésions suspectées.

1. Radiographies standard

La radiographie standard du genou face-profil a été réalisée chez tous les patients, permettant de détecter surtout les lésions ostéo-cartilagineuses associées. Chez 10 patients (soit 16 %), elle a révélé des lésions arthrosiques telles que les ostéophytes et les pincements de l'interligne articulaire. Chez 5 patients, elle a montré un épanchement articulaire, chez 1 patient, un arrachement de l'épine tibiale antérieure, et chez un autre patient, une fracture de Segond.

Figure 9 : Radiographie du genou révélant un pincement de l'interligne tibio-fémorale interne

Figure 10 : Radiographie du genou montrant une opacité du cul-de-sac quadricipital en faveur d'un épanchement articulaire (flèche)

Figure 11 (a) Radiographie du genou révélant une fracture-avulsion de l'épine tibiale antérieure en faveur d'une rupture du LCA.

(b) Radiographie du genou droit montrant une fracture-avulsion du versant latéral tibial externe, évoquant une fracture de Segond.

3. IRM

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence l'apport de l'IRM dans la pathologie méniscale et ligamentaire du genou. L'analyse a porté sur les différents contingents : les structures ligamentaires centrales et périphériques, les structures méniscales, les structures osseuses, les parties molles périarticulaires, et enfin l'articulation elle-même.

2.1. Délai entre le début des symptômes et la réalisation de l'IRM

Le délai moyen entre le début des symptômes et la réalisation de l'IRM a été de 10 mois, avec un délai minimal de 15 jours et un maximal de 10 ans.

2.2. Les lésions méniscales

La description des lésions méniscales a été classée selon l'existence d'une fissure simple ou complexe, d'une anse de seau ou languette, d'une lésion de méniscopathie dégénérative, ainsi que l'existence d'un kyste méniscal ou d'une anomalie congénitale type ménisque discoïde.

La classification des lésions méniscales selon le grade de Crues et Stoller a concerné les lésions fissuraires et fragmentaires, ainsi que les lésions dégénératives, excluant les kystes et ménisques discoïdes.

Toutes les lésions relevées à l'IRM ont été classées selon le segment méniscal, en dehors des anses de seau et des ménisques discoïdes.

Dans notre série, 44 patients (soit 73 %) ont présenté une lésion d'au moins un ménisque :

- 35 cas de lésion du ménisque interne (58 %)
- 16 cas de lésion du ménisque externe (26,66 %)

- 7 cas ont présenté une atteinte concomitante des deux ménisques interne et externe (11,66 %)

À noter qu'un patient peut avoir plus d'une lésion au niveau du même ménisque.

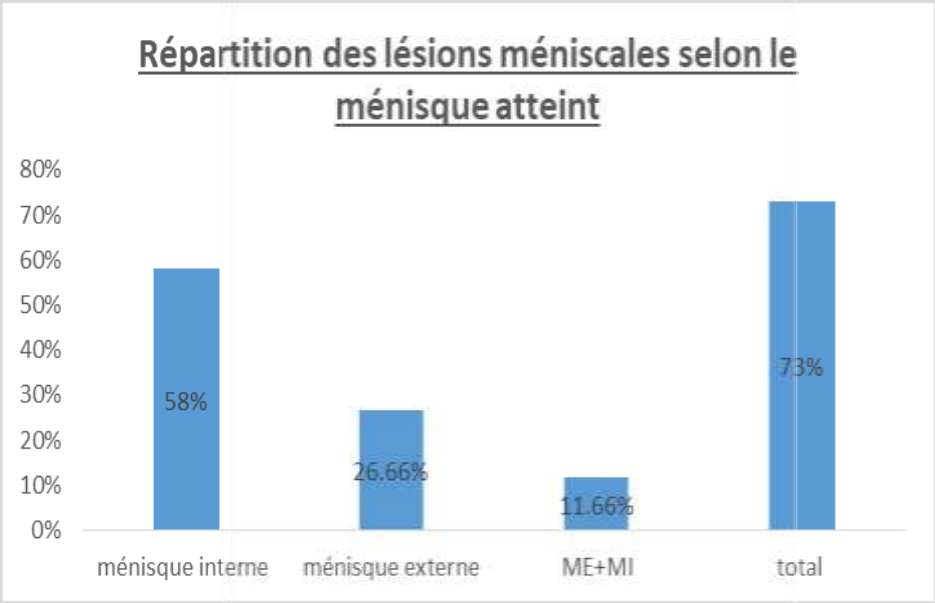


Figure 12 : Répartition des lésions méniscales selon le ménisque atteint

a. Ménisque interne :

Les lésions du ménisque interne sont les plus fréquentes, présentes chez 35 patients (soit 58 % des cas de notre série), avec un total de 40 lésions. La fissure est la lésion dominante, retrouvée chez 20 cas, représentant 50 % des lésions méniscales internes, dont 13 sont simples et 7 complexes. La lésion en anse de seau est retrouvée chez 8 patients. Une languette méniscale a été observée dans un seul cas. Des signes de méniscopathie dégénérative ont été notés chez 10 patients, ainsi qu'un seul cas de kyste méniscal. Aucun cas de ménisque discoïde ni d'autre type d'anomalie n'a été découvert au niveau du ménisque interne.

La partie la plus atteinte est la corne postérieure, dans 24 cas, suivie de la corne antérieure dans 5 cas, puis du segment moyen dans 2 cas.

La répartition selon les grades de Crues et Stoller était comme suit : 2 lésions de grade I, 9 lésions de grade II, et 28 lésions de grade III.

b. Ménisque externe :

Les lésions du ménisque externe sont notées chez 16 cas, soit 26,66 % des cas de notre série, avec un total de 17 lésions. Comme pour le ménisque interne, la lésion dominante est la fissure, retrouvée chez 10 cas (soit 67 % des lésions du ménisque externe), dont 8 sont simples et 2 complexes. La lésion en anse de seau est retrouvée chez un seul patient, ainsi qu'un cas de kyste méniscal. Des signes de méniscopathie dégénérative ont été retrouvés chez 5 patients. Aucun cas de ménisque discoïde du ménisque externe n'a été retrouvé dans notre série.

Comme pour le ménisque interne, la partie la plus touchée est la corne postérieure, retrouvée chez 11 patients. L'atteinte de la corne antérieure a été retrouvée chez 5 patients.

La répartition selon les grades de Crues et Stoller était comme suit : 5 lésions de grade II et 11 lésions de grade III.

Tableau VIII : Répartition des lésions méniscales à l'IRM

		MI	ME	TOTAL
TYPE DE LESION	Fissure simple	13	8	21
	Fissure complexe	7	2	9
	Anse de seau	8	1	9
	Languette	1	0	1
	Méniscopathie dégénérative	10	5	15
	Kyste méniscal	1	1	2
	Ménisque discoïde	0	0	0
LOCALISATION	Corne antérieure	5	5	10
	Segment moyen	2	0	2
	Corne postérieure	24	11	35
GRADE SELON CRUESE T STROLLER	Grade1	2	0	2
	Grade2	9	5	14
	Grade3	28	11	39

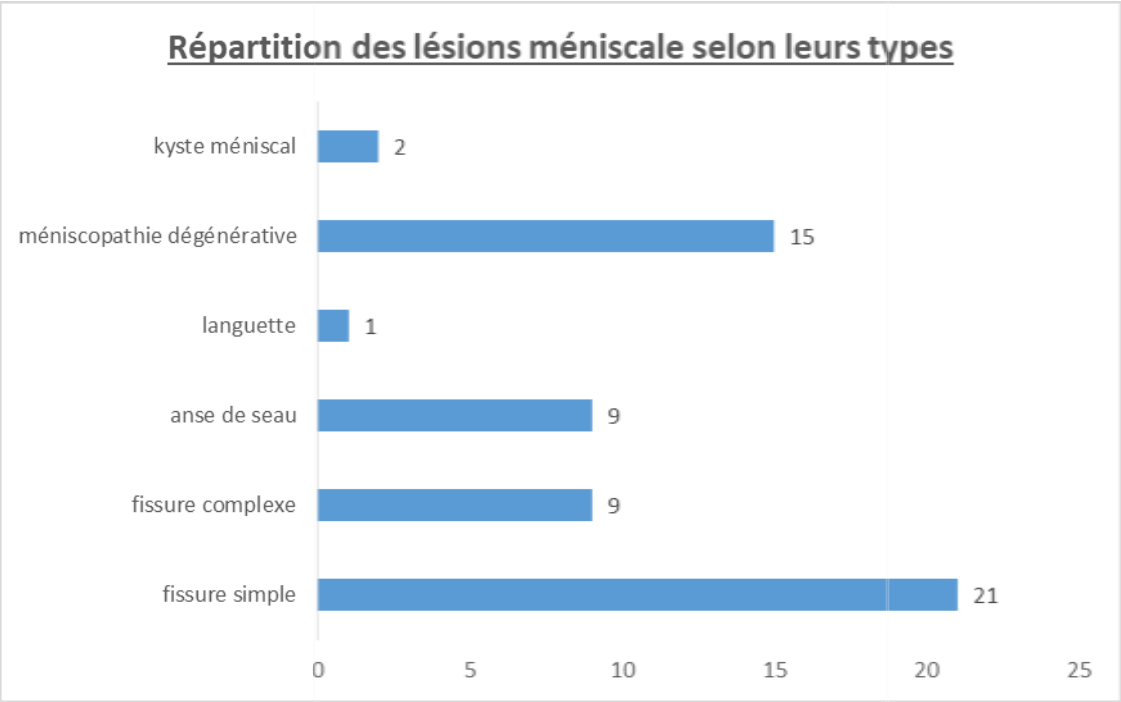


Figure 13 : Répartition des lésions méniscales selon leurs types

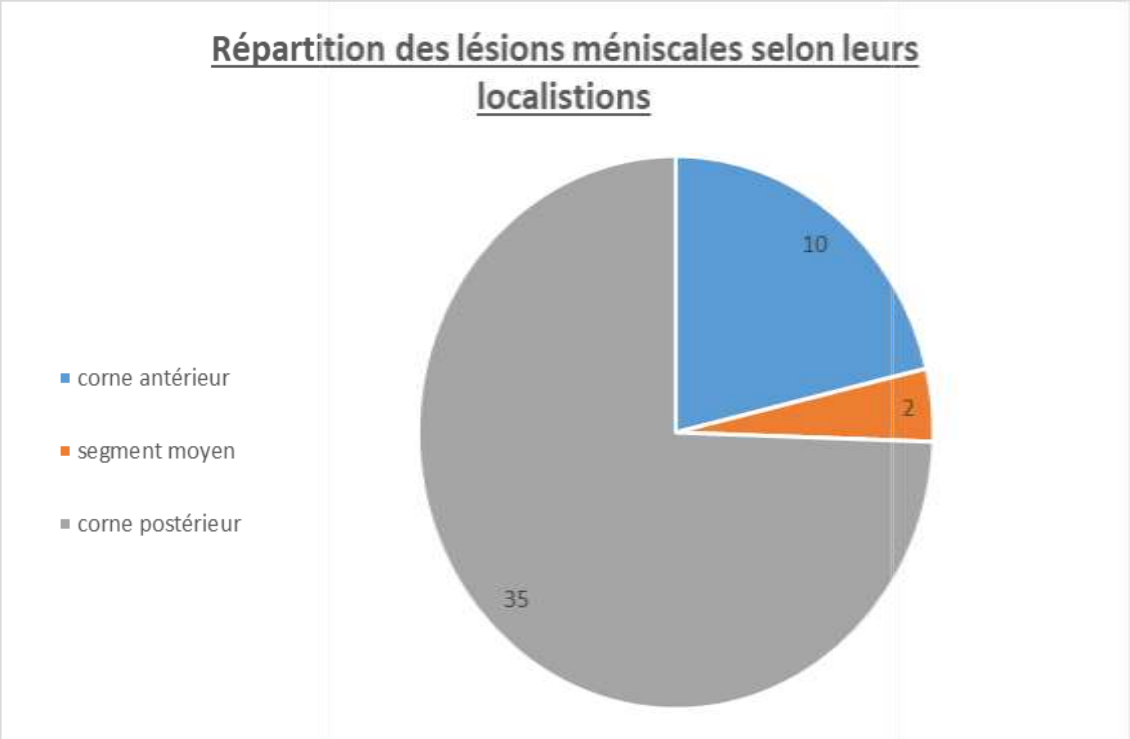


Figure 14 : Répartition des lésions méniscales selon leurs localisations

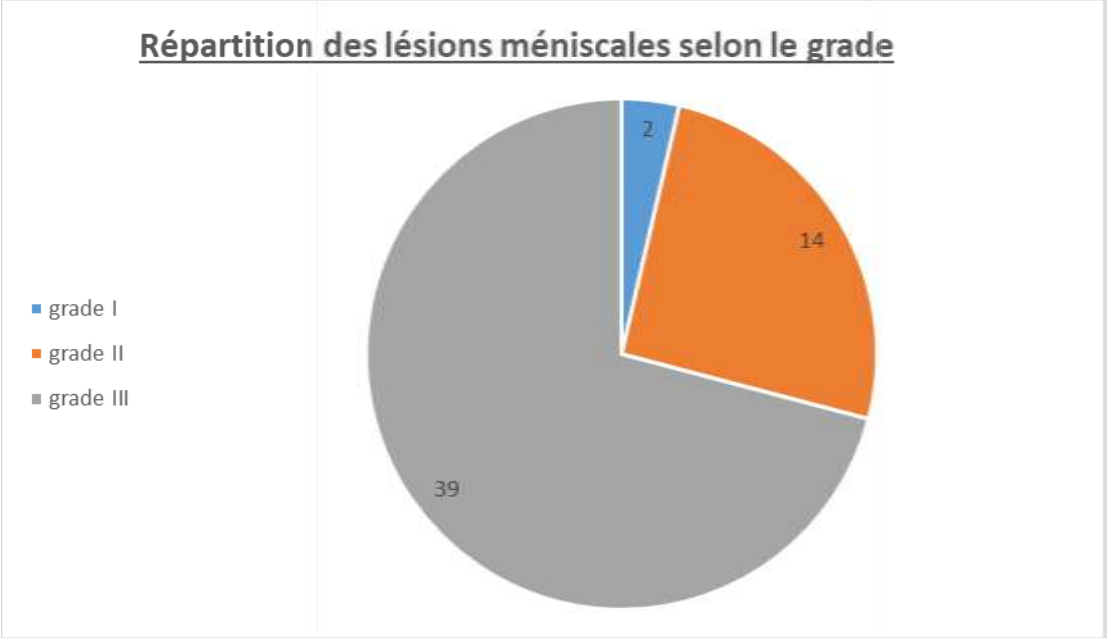


Figure 15 : Répartition des lésions méniscales selon leurs grades

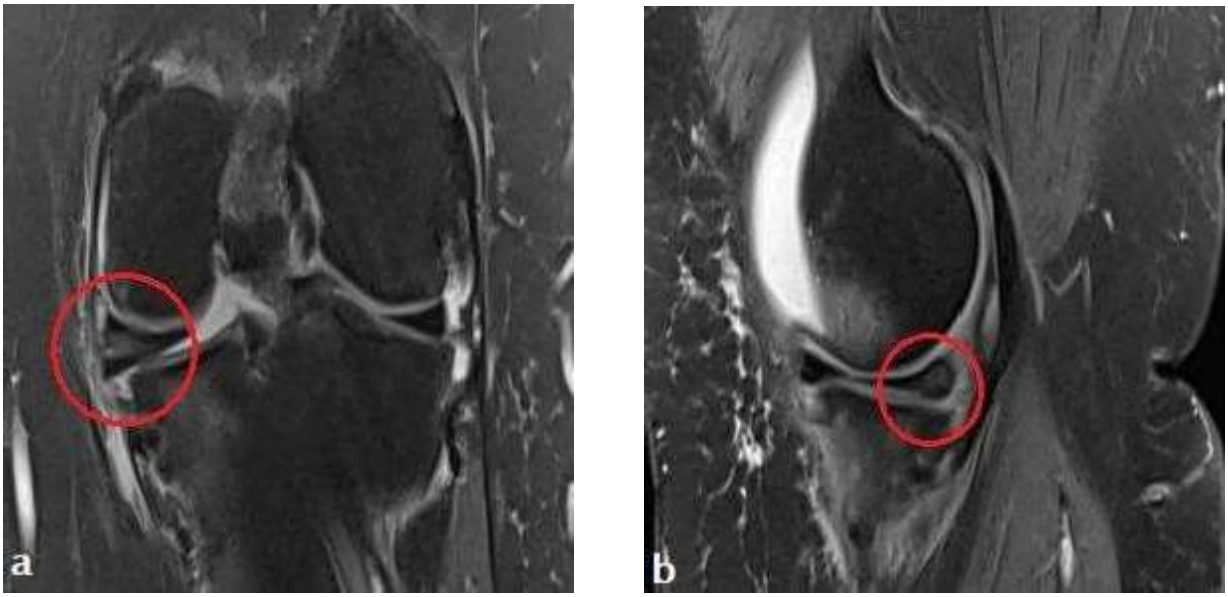


Figure 6 : Coupe coronale (a) et sagittale (b) DP FAT-SAT : aspect subluxé du ménisque interne siège d'un hypersignal nodulaire au niveau de sa corne postérieure classée grade I de Stoller.

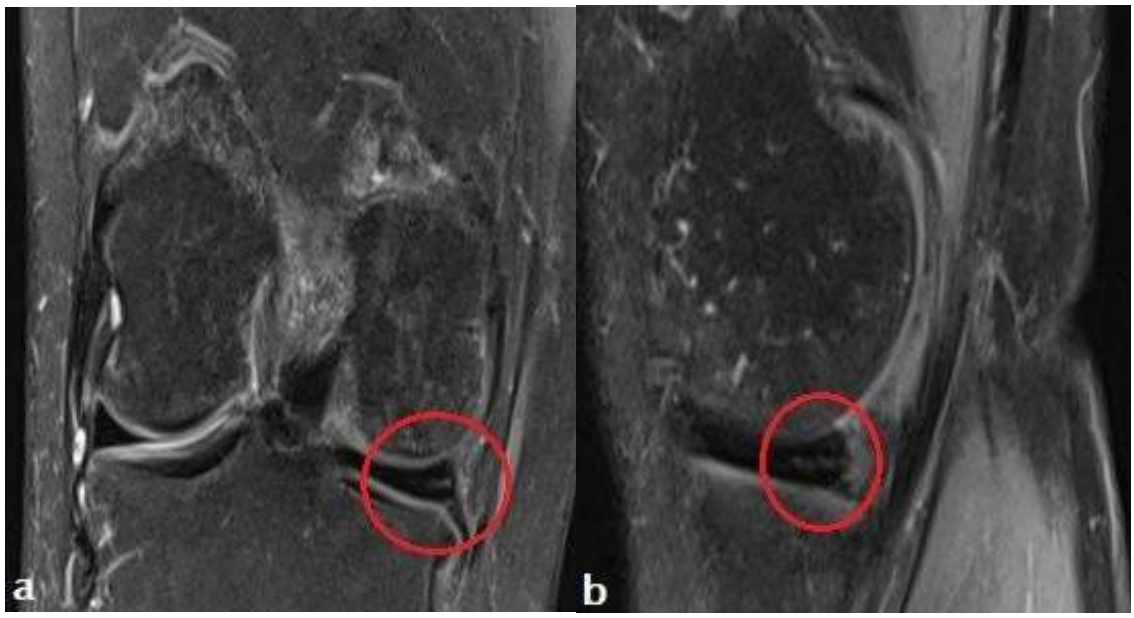


Figure 17 : Coupe coronale (a) et sagittale (b) DP FAT-SAT montrant une fissure horizontale classée Stoller II de la corne postérieure du ménisque interne.

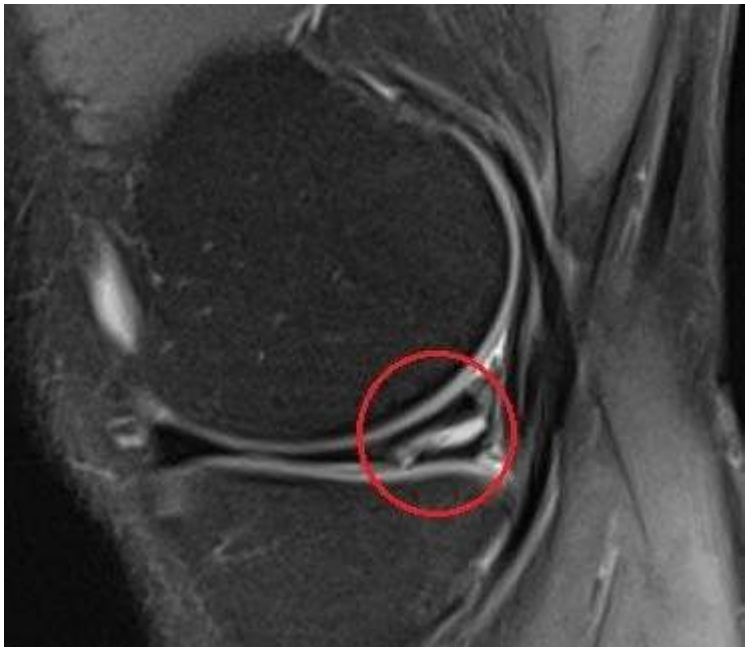


Figure 18 : Coupe sagittale séquence T2 DP SAT FAT, fissure oblique irradiante de la corne postérieure du ménisque interne classée Stoller III.

Figure 19 : Coupe sagittale T2 DP FAT-SAT montrant une fissure complexe communicante avec la surface articulaire classée Stoller III de la corne postérieure du ménisque interne. Associé à un épanchement articulaire de faible abondance sous-quadricipital (étoile).

Figure 20 : Coupe sagittale (a) et coronale (b) séquence T2 DP SAT FAT : aspect subluxé du ménisque externe siège d'une fissure verticale communicante classée Stoller III au niveau de la corne postérieure. Et œdème contusif du plateau tibial et du condyle fémoral externes.

Figure 21 : IRM en coupe coronale montrant une fissure méniscale verticale transfixiante complète Stoller III du ménisque externe avec isolement d'une languette méniscale visible au niveau de l'échancrure postérieure.

Figure 22 : Fracture en anse de seau du ménisque externe vue en coupe sagittale (a) et coronale (b).

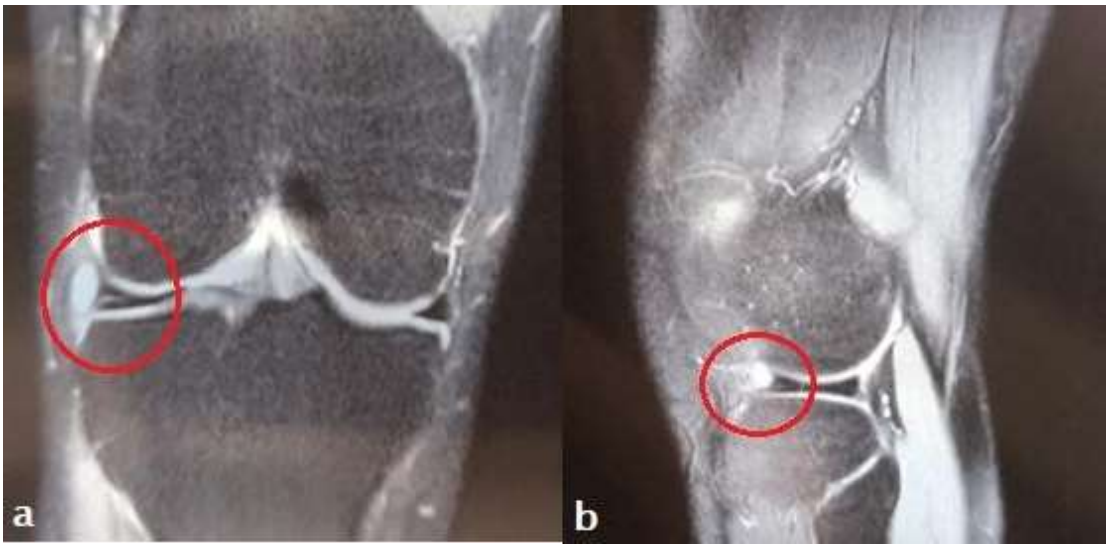


Figure 23 : IRM coupe coronale (a) et sagittale (b) montrant un kyste mucoïde du ménisque externe avec fissure de type II du segment méniscal moyen.

2.3. Les lésions ligamentaires

Les lésions ligamentaires ont été classées selon la présence d'une rupture (totale ou partielle) ou la présence d'une contusion.

a. Les lésions du LCA :

Sur les 60 LCA étudiés, 42, soit 70 % des cas de notre série, ont été identifiés comme porteurs d'une lésion.

- **Ruptures totales** : 41 cas, répartis selon les aspects suivants :
    - Discontinuité complète des fibres présente dans 16 cas (38 %)
    - Absence de visualisation totale du LCA dans 6 cas (14 %)
    - Aspect couché en nourrice dans 8 cas (19 %)
    - Hypersignal T2 diffus dans 10 cas (24 %)
    - Contours du LCA irréguliers et remaniés dans 1 cas (2 %)

- **Rupture partielle** : 1 cas, traduit à l'IRM par :
    - Un aspect épaissi et ondulé du LCA, siège d'anomalie de signal en hypersignal DP sans translation tibiale antérieure (2 %).

Pour les 36 cas où le LCA a été visualisé et jugé atteint, le siège de la rupture était en plein corps ligamentaire chez 30 patients, une désinsertion fémorale a été retrouvée chez 3 patients, ainsi qu'une désinsertion tibiale chez 3 patients, dont une désinsertion tibiale de greffon de ligamentoplastie chez un patient opéré pour une rupture du LCA il y a 7 ans.

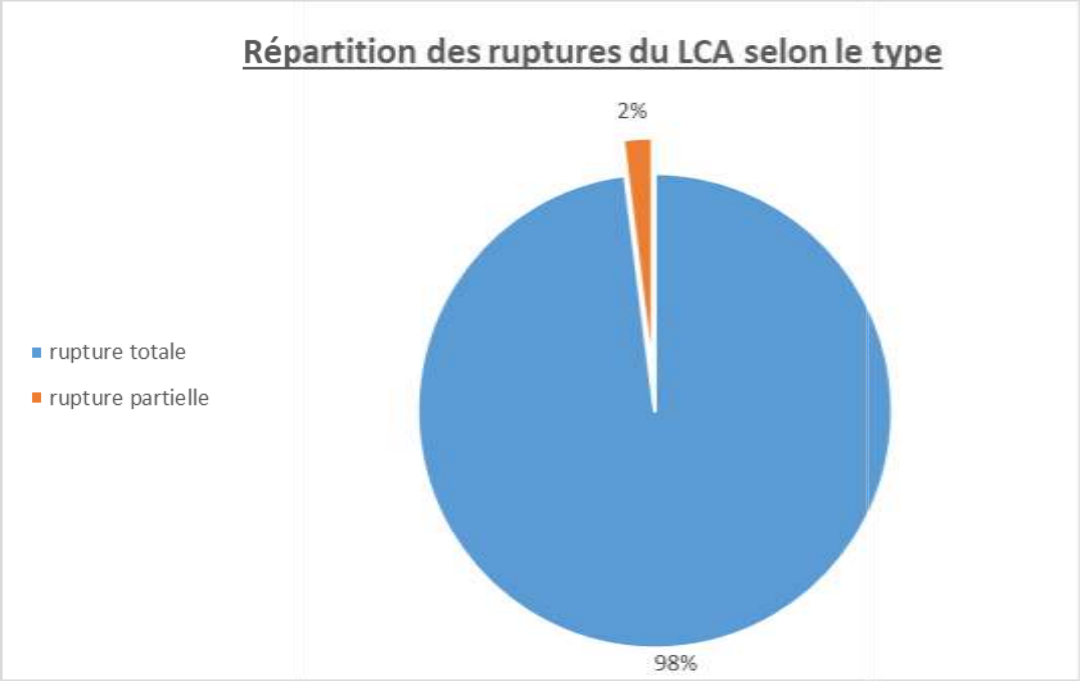


Figure 24 : Répartition des ruptures du LCA selon le type.

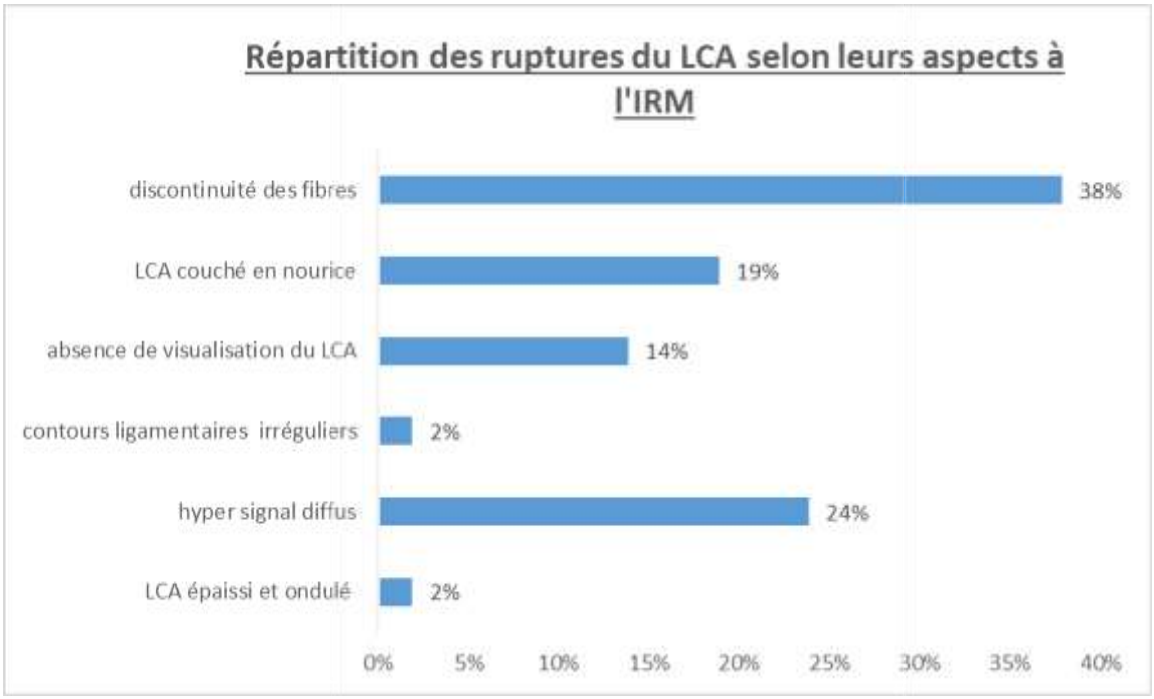


Figure 25 : Répartition des ruptures du LCA selon leurs aspects à l'IRM.

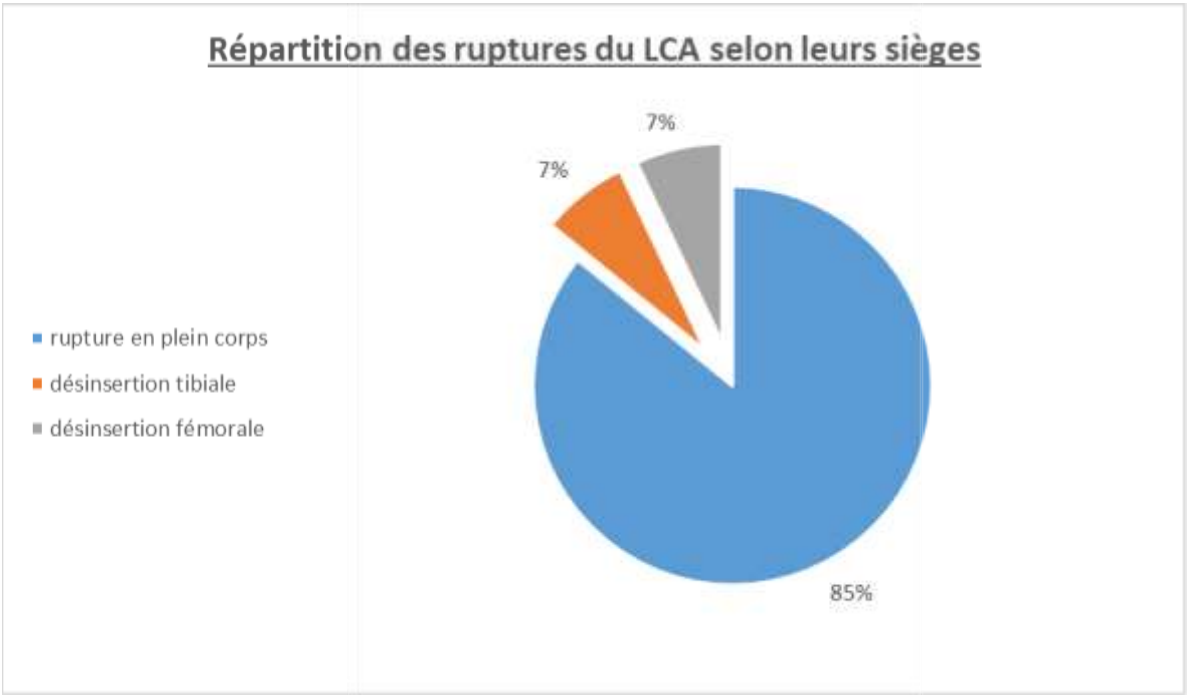


Figure 26 : Répartition des ruptures du LCA selon leurs sièges.

L'association d'une lésion du LCA à une autre lésion ménisco-ligamentaire du genou a été observée chez 50 % des patients, répartis comme suit :

- **Atteinte du LCA + MI** : 19 patients
- **Atteinte du LCA + ME** : 5 patients
- **Atteinte du LCA + ME + MI** : 4 patients
- **Atteinte du LCA + LCL** : 1 patient
- **Atteinte du LCA + LCL + LCM** : 1 patient

Figure 27 : IRM coupe sagittale séquence T1 et T2 DP FAT-SAT : Rupture totale du LCA en plein corps ligamentaire.

Figure 28 : IRM coupe sagittale et coronale DP : Aspect épaissi, en hypersignal du LCA en faveur d'une rupture partielle associé à une fissure complexe Stoller III de la corne postérieure du ménisque externe.

Figure 29 : Coupe sagittale en séquence T2 DP FAT-SAT : Rupture totale du LCA en plein corps ligamentaire.

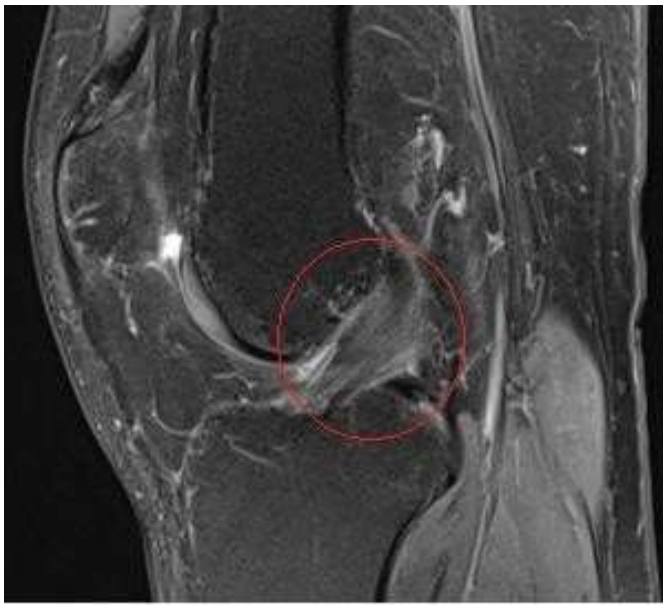


Figure 30 : Coupe sagittale séquence T2 DP FAT-SAT : Aspect infiltré et épaissi du LCA sans perte de continuité évidente de ses fibres, en faveur d'une contusion ligamentaire.

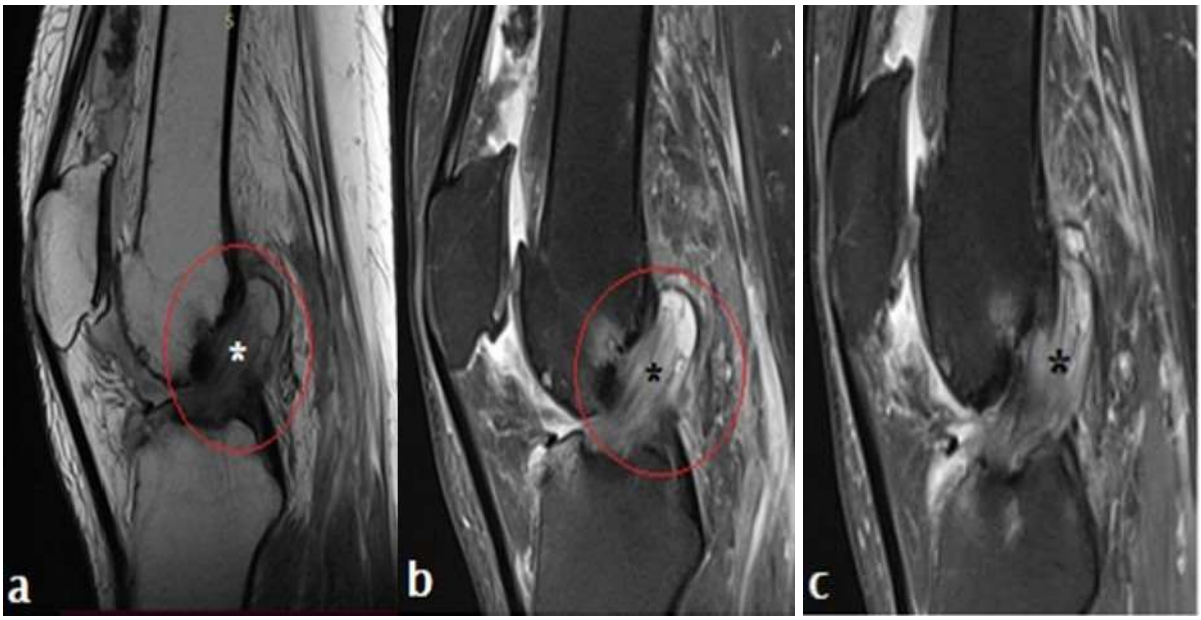


Figure 31 : IRM en coupe sagittale séquence T1 (a) et T2 DP FAT-SAT (b et c) : Aspect infiltré en hypersignal franc DP en faveur d'une dégénérescence mucoïde (étoile) du LCA, communicante avec un kyste mucoïde de son insertion fémorale.

b. Les lésions du LCP

Au cours de notre étude, les lésions du ligament croisé postérieur (LCP) sont peu nombreuses. En effet, l'atteinte du LCP a été observée dans un seul cas : il s'agit d'une rupture partielle, représentée à l'IRM par un hypersignal T2 en plein corps ligamentaire interrompant partiellement le ligament. Chez ce même patient, cette lésion du LCP a été associée à une contusion du ligament collatéral latéral et du ménisque latéral.

Figure 32 : Coupe sagittale séquence T2 DP FAT-SAT : Aspect épaissi avec perte de signal de l'insertion fémorale du LCP en faveur d'une rupture partielle.

c. Les lésions des ligaments collatéraux

Nous avons noté trois lésions du ligament collatéral latéral, représentées par un hypersignal hétérogène en faveur d'une contusion de ce ligament, sans perte de continuité notable.

Un seul cas de lésion du ligament collatéral médial a été retrouvé dans notre étude, il s'agit d'une infiltration en hypersignal DP en faveur d'une contusion.

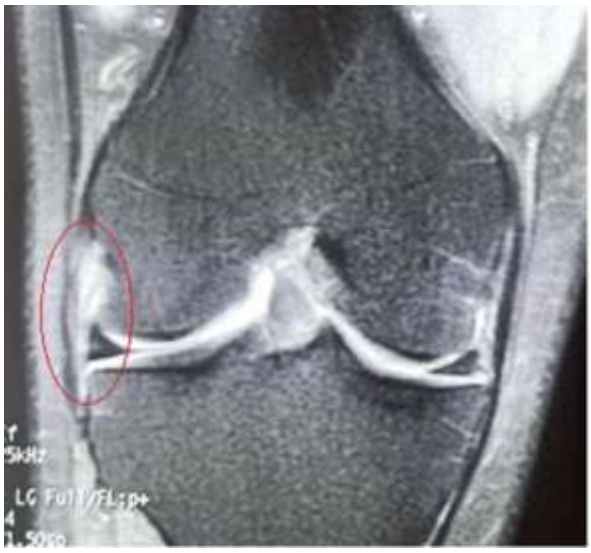


Figure 33 : IRM en coupe coronale : Aspect épaissi siège d'anomalie de signal en hypersignal DP de l'insertion fémorale du ligament collatéral latéral, en faveur d'une contusion.

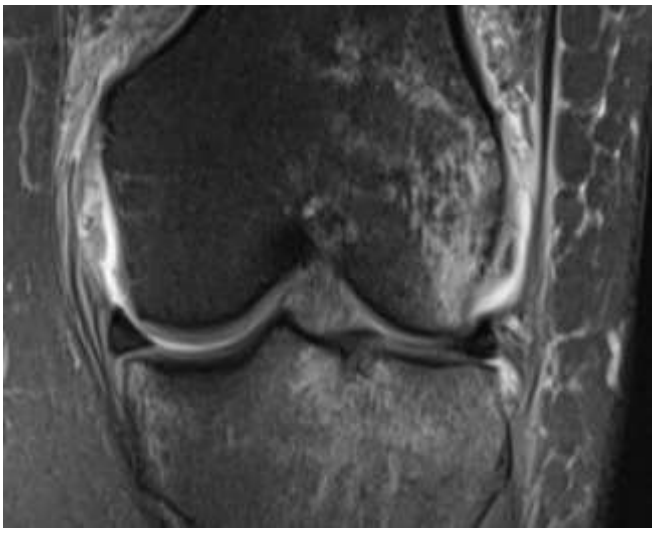


Figure 34 : IRM en coupe coronale : Aspect épaissi en hypersignal DP du ligament collatéral médial, associé à une infiltration en hypersignal DP du ligament collatéral latéral, ainsi qu'une anomalie de signal œdémateuse en hypersignal du plateau tibial et du condyle fémoral externe.

Tableau IX : Les lésions ligamentaires vues en IRM

	Type de lésion	Nombre decas
LCA	Rupture totale	41
	Rupture partielle	01
LCP	Rupture partielle	01
LCL	Contusion	03
LCM	Contusion	01

2.4. Les lésions associées

D'autres lésions ont été relevées à l'IRM :

- **7 cas** de plages d'hypersignal T2 de la moelle osseuse du plateau tibial et des condyles fémoraux.
- **1 cas** de fracture-avulsion de l'épine tibiale antérieure.
- **1 cas** de fracture de Segond.
- **Signes de gonarthrose** (pincement articulaire, ostéophytes) chez 10 de nos patients.

Les épanchements intra-articulaires ont été retrouvés chez **15 cas** de l'ensemble des patients. Le kyste poplité a été retrouvé chez **4** de nos patients.

Tableau X : Les lésions associées aux lésions ménisco-ligamentaires

	Type dela lésion	Nombredecas
Les lésions associées	Epanchement intraarticulaire	15cas
	Signe de gonarthrose	10cas
	Kyste poplité	04cas
	Avulsiondel'épine tibiale antérieur	01cas
	Fracture de Segond	01cas
	Contusion du plateau tibial ou des condyles fémoraux	07cas

Figure 35 : IRM coupe sagittale : Image d'un kyste poplité mesurant 14 mm de grand axe.

Figure 36 : IRM DP FAT-SAT en coupe coronale : Plages en hypersignal DP des condyles fémoraux et plateaux tibiaux interne et externe en faveur d'une contusion œdémateuse (étoile) et éventuelle fracture du plateau tibial interne, associées à une fissuration complexe de la corne postérieure des deux ménisques, une infiltration en hypersignal de l'insertion fémorale du ligament collatéral latéral en faveur d'une contusion, ainsi qu'un épanchement articulaire abondant.

IV. Prise en charge thérapeutique

1. Délai entre la réalisation de l'IRM et l'intervention chirurgicale :

Le délai moyen entre la réalisation de l'IRM et l'intervention chirurgicale était de 8 mois, avec un délai maximal de 4 ans et minimal de 10 jours.

2. Intervention :

Tous nos patients ont bénéficié d'une consultation pré-anesthésique et d'un bilan préopératoire comprenant :

- Une radiographie du poumon ;
- Un ECG ;
- Un bilan d'hémostase ;

- Un groupage sanguin ;
- Une numération formule sanguine.

La rachianesthésie était la modalité de choix chez tous nos patients.

La totalité de nos patients étaient installés en décubitus dorsal sur table ordinaire, genou fléchi à 90°, avec un garrot pneumatique placé à la racine de la cuisse. La flexion est maintenue par un appui placé au bout de la table.

La voie d'abord antérieure et médiane a été pratiquée chez la totalité de nos patients.

3. Résultats de l'exploration arthroscopique :

3.1. Les lésions méniscales :

Les interventions chirurgicales ont consisté en des sutures méniscales, des résections partielles en vue d'une régularisation méniscale, surtout pour les lésions en anse de seau, ou des abstentions thérapeutiques.

A. Ménisque interne :

L'arthroscopie a objectivé 36 lésions du ménisque interne (contre 40 à l'IRM).

- La fissure est retrouvée chez 16 cas, dont 10 fissures simples et 6 complexes.
- La lésion en anse de seau est objectivée chez 8 cas.
- Une languette est retrouvée dans 3 cas.
- Des signes de méniscopathie dégénérative sont présents dans 8 cas.
- Un kyste méniscal est observé dans un seul cas.

La corne antérieure est atteinte chez 4 patients, le segment moyen chez 1 patient et la corne postérieure chez 19 cas.

B. Ménisque externe :

L'arthroscopie a objectivé 15 lésions du ménisque externe (contre 17 à l'IRM).

- La fissure simple est retrouvée chez 8 patients.
- La lésion en anse de seau est objectivée chez 2 patients.
- Des signes de méniscopathie dégénérative sont présents dans 4 cas.
- Un kyste méniscal est observé dans un seul cas.

La corne antérieure est atteinte chez 5 patients, et la corne postérieure chez 9 cas.

Tableau XI : Les lésions méniscales vues à l'arthroscopie

		MI	ME	TOTAL
TYPE DE LESION	Fissure simple	10	8	18
	Fissure complexe	6	0	6
	Anse de seau	8	2	10
	Languette	3	0	3
	Méniscopathie dégénérative	8	4	12
	Kyste méniscal	1	1	2
	Ménisque discoïde	0	0	0
LOCALISATION	Corne antérieure	4	5	9
	Segment moyen	2	0	2
	Corne postérieure	19	9	28

3.2. Lésions du LCA :

L'exploration chirurgicale a mis en évidence 43 cas de ruptures totales du LCA. Dans 37 cas, la rupture siégeait en plein corps ligamentaire, tandis que 3 cas concernaient une désinsertion tibiale et 3 autres une désinsertion fémorale.

Tous les patients porteurs d'une rupture du LCA ont subi une ligamentoplastie du LCA : 35 selon la technique Kenneth-Jones et 8 selon la technique DIDT.

3.3. Lésions du LCP :

Un seul cas de rupture partielle du LCP a été retrouvé à la chirurgie, comme à l'IRM.

3.4. Lésions des ligaments collatéraux :

Les trois cas de contusion du ligament collatéral latéral ainsi que le cas de contusion du ligament collatéral médial vus dans notre étude n'ont pas nécessité d'intervention chirurgicale.

Tableau XII : Les lésions ligamentaires vues à l'arthroscopie

	Type de lésion	Nombre de cas
LCA	Rupture totale	43
	Rupture partielle	00
LCP	Rupture partielle	01
LCL	Contusion	03
LCM	Contusion	01

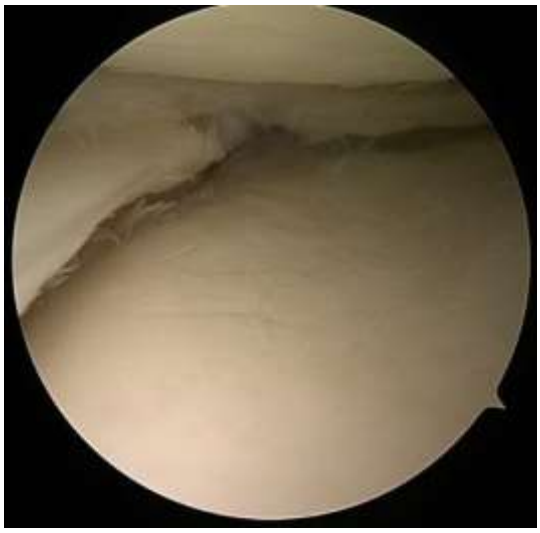


Figure 37 : Lésion radiaire communicante avec la surface articulaire.

Figure 38 : Lésion dégénérative du ménisque associée à une chondropathie stade IV.

Figure 39 : Image arthroscopique d'un kyste mucoïde du LCA.

V. Corrélation IRM-arthroscopie

Dans notre étude, nous avons noté une bonne corrélation dans la majorité des cas, comme le résument les tableaux suivants selon le nombre de cas détectés en IRM et confirmés à l'arthroscopie.

1. Ménisque interne :

- **Fissures simples :**

L'IRM a objectivé 13 fissures simples contre 10 retrouvées à l'arthroscopie (4 faux positifs, 1 faux négatif) :

- **4 faux positifs (FP) :**
  - 3 cas non vus par l'arthroscopie
  - 1 cas révélé comme lésion en anse de seau.

- **Fissures complexes :**

Les fissures complexes vues à l'IRM concordaient avec les résultats de l'arthroscopie dans 6 cas, avec une discordance constatée dans un seul cas (1 FP) où la fissure s'est révélée être une languette.

- **Lésions en anse de seau :**

Les lésions en anse de seau vues à l'IRM concordaient avec les résultats de l'arthroscopie, sauf pour un cas (1 FP) où la lésion s'est révélée être une languette.

- **Lésions de méniscopathies dégénératives :**

L'IRM avait décrit 10 cas contre 8 cas retrouvés à l'arthroscopie. Il s'agit de deux cas faux positifs (2 FP) où l'arthroscopie a décrit des lésions de chondrites et des ménisques intacts.

- **Kystes méniscaux :**

Un cas de kyste méniscal a été retrouvé à la fois à l'IRM et à l'arthroscopie.

- **Faux négatifs :**

Le seul cas de faux négatif (FN) retrouvé concerne une fissure simple non vue par l'IRM et découverte lors de l'arthroscopie.

Tableau XIII : Corrélation IRM-arthroscopie des lésions du ménisque interne

		IRM	Arthroscopie	Corrélation
TYPE DE LESION	Fissure simple	13	10	4FP:3 non vus à l'arthroscopie 1cas révélé anse de seau 1 FN
	Fissure complexe	7	6	1FP:1cas avéré languette
	Anse de seau	8	8	1FP avérée languette 1 cas décrite fissure simple en IRM
	Languette	1	3	1concorde 1 décrite fissure complexe à l'IRM 1décrite anse de seau à L'IRM
	Méniscopathie dégénérative	10	8	2FP: non vus à l'arthroscopie
	Kyste méniscal	1	1	Concorde
	Ménisque discoïde	0	0	Concorde
LOCALISATION	Corne antérieur	5	4	1FP
	Segment moyen	2	2	Concorde
	Corne postérieur	24	19	6FP,1FN

Tableau XIV : Spécificité, sensibilité, VPP et VPN de l'IRM pour le ménisque interne

		ARTHROSCOPIE		
		Positifs	Négatifs	Total
IRM	Positifs	VP=32	FP=8	40
	Négatifs	FN=1	VN=24	25
	Total	33	32	

Sensibilité=VP/(VP+FN)=(32/32+1)x100=96.96%:Capacité du test à détecter les malades

Spécificité=VN/(VN+FP)=(24/24+8)x100=75%:Capacité du test à détecter les non-malades

VPP=VP/(VP+FP)=(32/32+8)x100=80%:Probabilité d'être vraiment malade

VPN=VN/(VN+FN)=(24/24+1)x100=96%: Probabilité de ne pas être malade

2. Ménisque externe :

L'IRM a objectivé 8 fissures simples, toutes concordantes avec les résultats de l'arthroscopie, sauf pour un cas non vu à l'arthroscopie (1 faux positif, FP).

Deux fissures complexes décrites par l'IRM étaient discordantes avec les résultats de l'arthroscopie :

- La première n'a pas été retrouvée à l'arthroscopie (1 FP).
- La deuxième s'est révélée être une lésion en anse de seau (2 FP).

Une lésion en anse de seau décrite par l'IRM a été confirmée par l'arthroscopie.

Parmi les cinq cas de méniscopathies dégénératives vues à l'IRM, un était un faux positif (FP).

Un cas de kyste méniscal a été trouvé à la fois à l'IRM et à l'arthroscopie.

Le seul cas de faux négatif (FN) concerne une fissure simple non vue par l'IRM et découverte lors de l'arthroscopie.

Tableau XV : Corrélation IRM-arthroscopie des lésions du ménisque externe

		IRM	Arthroscopie	Corrélation
TYPEDELESION	Fissuresimple	8	8	1FP 1FN
	Fissurecomplexe	2	0	2FP:1non vu à l'arthroscopie1révélée anse de seau
	Ansedeseau	1	2	1concorde 1décrite fissure complexe
	Languette	0	0	Concorde
	Méniscopathie dégénérative	5	4	1FP
	Kyste méniscal	1	1	Concorde
	Ménisque discoïde	0	0	Concorde
LOCALISATION	Corne antérieur	5	5	Concorde
	Segment moyen	0	0	Concorde
	Corne postérieur	11	9	3FP 1FN

Tableau XVI : Spécificité, sensibilité, VPP et VPN de l'IRM pour le ménisque externe

		ARTHROSCOPIE		
		Positifs	Négatifs	Total
IRM	Positifs	VP=13	FP=4	17
	Négatifs	FN=1	VN=43	44
	Total	14	47	

Sensibilité=VP/(VP+FN)=(13/13+4)x100=92.85%:Capacité du test à détecter les malades

Spécificité=VN/(VN+FP)=(43/43+4)x100=91.48%: Capacité du test à détecter les non-malades

VPP=VP/(VP+FP)=(13/13+4)x100=76.47%:Probabilité d'être vraiment malade

VPN=VN/(VN+FN)=(43/43+1)x100=97.72%: Probabilité de ne pas être malade.

3. Ligament croisé antérieur :

Les résultats de l'IRM concordent avec ceux de l'arthroscopie dans la majorité des cas. Cependant, nous avons observé 5 cas de discordance :

- **Deux cas de faux positifs (FP) :**
    - **Premier cas :** L'IRM décrit un aspect irrégulier et remanié du LCA, suggérant une rupture, mais l'exploration chirurgicale révèle un LCA intact.

- **Deuxième cas** : L'IRM montre une rupture partielle du LCA, alors que l'arthroscopie découvre un LCA intact.

- **Trois cas de faux négatifs (FN)** :
  - **Premier cas** : L'IRM décrit un aspect épaissi et infiltré du LCA, évoquant une contusion sans rupture, alors que l'arthroscopie révèle une rupture du LCA.
  - **Deuxième cas** : Même situation que le premier cas, avec l'IRM montrant une contusion sans rupture, mais une rupture détectée lors de l'arthroscopie.
  - **Troisième cas** : L'IRM juge le LCA intact, tandis que l'arthroscopie met en évidence une rupture du LCA.

Tableau XVII : Corrélation IRM-arthroscopie des lésions ligamentaires

	Type de lésion	IRM	Arthroscopie	Corrélation
LCA	Rupture totale	41	43	1FP 3FN : 1 LCA jugé intact en IRM révélé rupture ligamentaire à l'arthroscopie 2 cas jugés contusions sans rupture En IRM révélé rupture
	Rupture partielle	01	00	1FP
LCP	Rupture partielle	01	01	Concorde
LCL	Contusion	03	03	Concorde
LCM	Contusion	01	01	concorde

Tableau XVIII : Les paramètres diagnostiques de l'IRM pour la détection des lésions du ligament croisé antérieur (LCA):

		ARTHROSCOPIE		
		positifs	négatifs	Total
IRM	Positifs	VP=40	FP=2	42
	Négatifs	FN=3	VN=15	18
	total	43	17	60

- **Sensibilité** : 93 %
    - Capacité de l'IRM à identifier correctement les cas de lésions du LCA.
- **Spécificité** : 88.23 %
    - Capacité de l'IRM à exclure correctement les cas sans lésion du LCA.
- **VPP (Valeur Prédictive Positive)** : 95.23 %
    - Probabilité que la lésion du LCA soit réellement présente lorsque l'IRM est positive.
- **VPN (Valeur Prédictive Négative)** : 83 %
    - Probabilité que la lésion du LCA soit absente lorsque l'IRM est négative.

4. Ligament croisé postérieur et ligaments collatéraux :

En raison du faible nombre de lésions du ligament croisé postérieur (une seule rupture partielle) et des ligaments collatéraux dans notre étude (trois contusions du ligament collatéral latéral et une contusion du ligament collatéral médial), il est

difficile de tirer des conclusions significatives. De plus, aucune de ces lésions n'a nécessité une prise en charge chirurgicale.

VI. Suites postopératoires :

1. **Immobilisation** : L'immobilisation a été assurée par une attelle postérieure de Zimmer, en antéflexion, genou en extension, placée chez tous nos patients en post-opératoire immédiat.
2. **Traitement postopératoire** : Tous nos patients ont reçu une antibiothérapie à base de céphalosporine de première génération, une héparinothérapie à bas poids moléculaire à dose préventive (0,4 UI), ainsi qu'un traitement antalgique. Ce traitement était accompagné d'un programme de rééducation fonctionnelle, débuté généralement le lendemain de l'intervention. La durée moyenne d'hospitalisation était de 5 jours, avec un maximum de 10 jours et un minimum de 3 jours.
3. **Complications** : Aucun incident peropératoire n'a été signalé dans notre série. Nous n'avons observé aucun cas de complications postopératoires, notamment pas d'hématome, d'infection postopératoire superficielle ou profonde, ni de thrombophlébite.

DISCUSSION

I. Anatomie générale du genou :

1. Anatomie topographique :

Le genou est l'articulation située entre la partie distale du fémur et la partie proximale du tibia. Il comprend deux articulations principales : l'articulation fémoro-tibiale et l'articulation fémoro-patellaire. En raison de sa faible congruence, la stabilité du genou repose principalement sur les tissus mous adjacents, tels que les ligaments, les ménisques et la capsule articulaire.

1.1. Surfaces articulaires :

a. L'extrémité inférieure du fémur :

L'extrémité inférieure du fémur est composée de :

- **La trochlée** : Partie médiane antérieure qui présente deux versants latéraux.
- **Les condyles** : Prolongations des versants de la trochlée en postérieur.
- **Le cartilage** : Recouvrant cette surface articulaire.

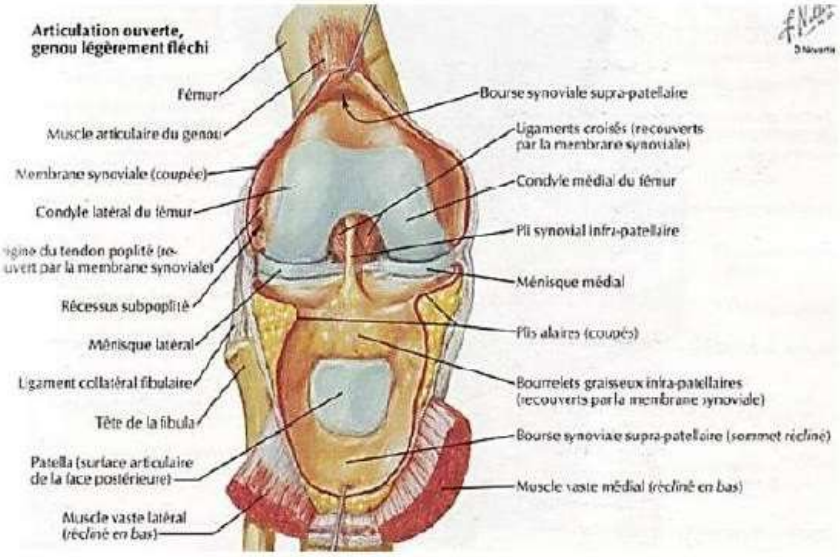


Figure 40 : Vue antérieure du genou après dissection du plan de la rotule.

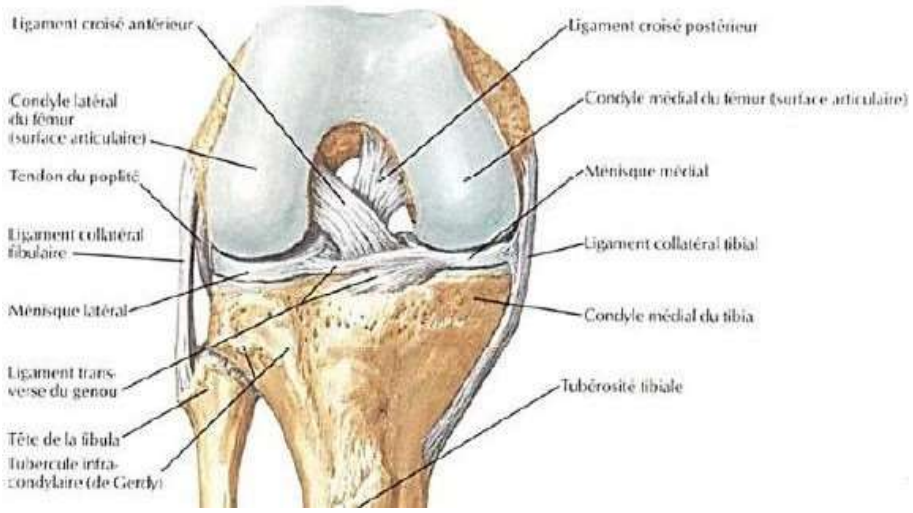


Figure 41 : Genou droit en flexion – Vue antérieure.

b. L'extrémité supérieure du tibia :

Elle présente :

- **Deux cavités glénoïdiennes** : Elles s'articulent avec les condyles fémoraux.
- **Un espace interglénoïdien** : Non articulaire, il comporte les surfaces d'insertion des ligaments croisés et des cornes méniscales.
- **Le cartilage** : Recouvrant cette surface articulaire.

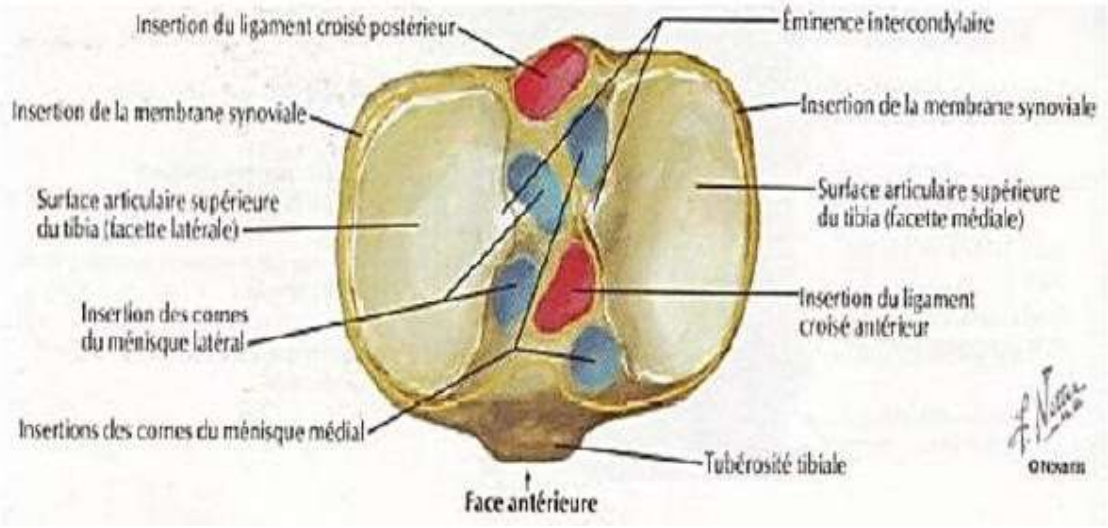


Figure 42 : Extrémité supérieure du tibia – Vue supérieure.

c. Les ménisques :

Les ménisques sont des structures fibro-cartilagineuses situées dans les espaces fémoro-tibiaux. Ils présentent deux surfaces :

- **Supérieure** : Concave, reposant sur le condyle fémoral correspondant.
- **Inférieure** : Plate, reposant sur le plateau tibial.

Les ménisques sont vascularisés dans leurs tiers périphériques (zone rouge) mais présentent une faible vascularisation dans leur centre (zone blanche).

- **Ménisque médial** : En forme de C, situé entre le condyle fémoral médial et le plateau tibial médial.
- **Ménisque latéral** : En forme de O incomplet, situé entre le condyle fémoral latéral et le plateau tibial latéral.

Les attaches centrales se font sur la zone intercondylienne du tibia. L'attache antérieure, plus fragile, est doublée par une charpe fibreuse qui unit les cornes antérieures des deux ménisques.

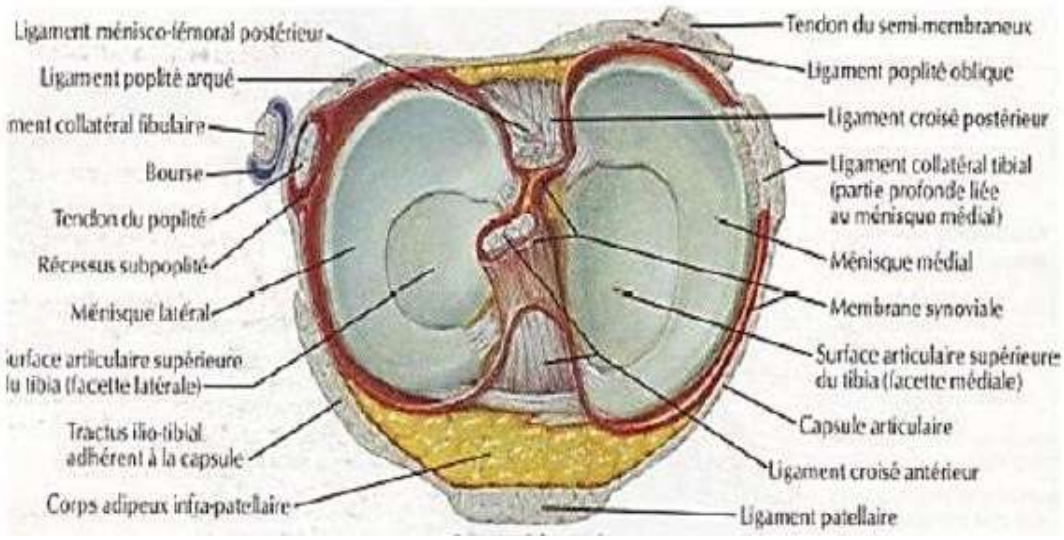


Figure 43 : Structures méniscales du genou

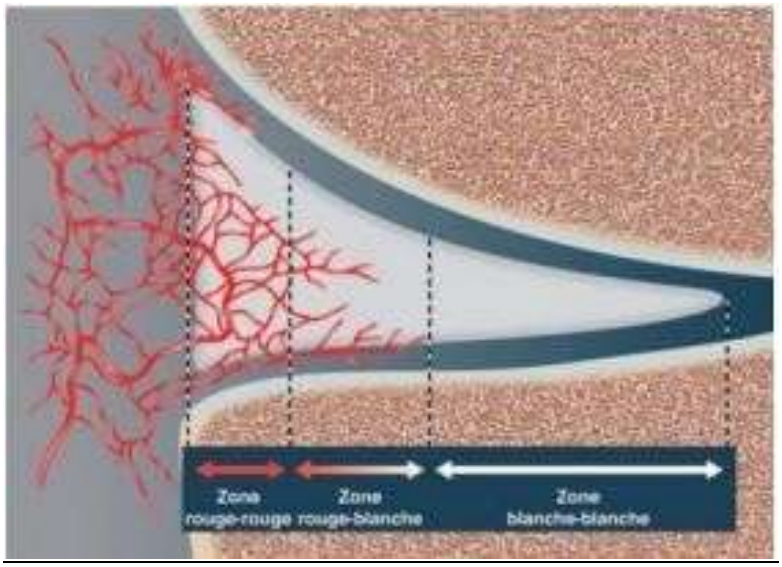


Figure 44 : Microvascularisation des ménisques

d. La rotule :

Également appelée patella, la rotule est un os sésamoïde de forme triangulaire, dont la pointe est dirigée vers le bas (vers le tibia). Elle est située en superficie et facilement palpable. La rotule s'articule en arrière avec le fémur au niveau de la trochlée fémorale, formant l'articulation fémoro-patellaire. Elle est interposée entre la terminaison du tendon du quadriceps fémoral en haut et le tendon rotulien en bas, auquel elle est attachée au tibia.

La fonction physiologique principale de la patella est de renforcer le tendon du quadriceps fémoral, agissant comme une poulie pour améliorer le levier et l'efficacité du muscle en augmentant la force exercée sur le tendon.

Figure 45: Vue antérieure du genou montrant la rotule.

1.2. Moyens d'union :

a. La capsule articulaire :

Elle englobe les articulations fémoro-tibiale et fémoro-patellaire. Elle est constituée de deux couches :

- **La capsule fibreuse externe** : Cette couche forme une enveloppe robuste et fibreuse qui stabilise l'articulation et assure son intégrité.
- **La gaine synoviale interne** : Située à l'intérieur de la capsule fibreuse, cette couche sécrète le liquide synovial qui lubrifie et nourrit le cartilage hyalin.

  À l'intérieur des deux baigne le liquide synovial qui entoure le cartilage hyalin.

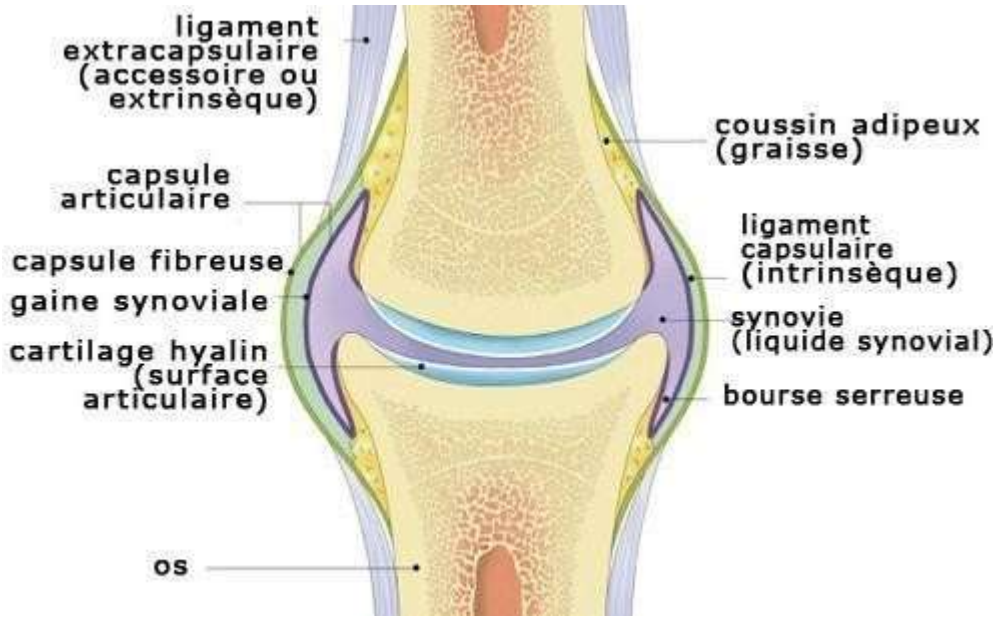


Figure 46 : Capsule articulaire du genou

b. <u>Les ligaments</u> :

Les ligaments croisés :

Regroupés sous le nom de pivot central, il s'agit du ligament croisé antérieur (LCA) et du ligament croisé postérieur (LCP). Ils sont fortement innervés, essentiellement par des fibres neurosensorielles et proprioceptives, et ont pour rôle physiologique la limitation de la translation antéropostérieure du genou.

- **Le ligament croisé antérieur** est formé de plusieurs faisceaux, surtout individualisables dans la portion distale. Il s'insère sur la partie antérieure de l'espace inter-glénoïdien, se dirige en arrière, en haut et en dehors, et se termine sur la face inter-condylienne du condyle latéral. Sa vascularisation est précaire, essentiellement via le liquide synovial par diffusion.
- **Le ligament croisé postérieur**, deux fois plus robuste que son homologue antérieur, s'insère sur la partie postérieure de l'espace inter-glénoïdien, se dirige en avant, en haut et en dedans, et se termine sur la face inter-condylienne

du condyle médial. Sa vascularisation est riche, venant d'une branche articulaire de l'artère poplitée.

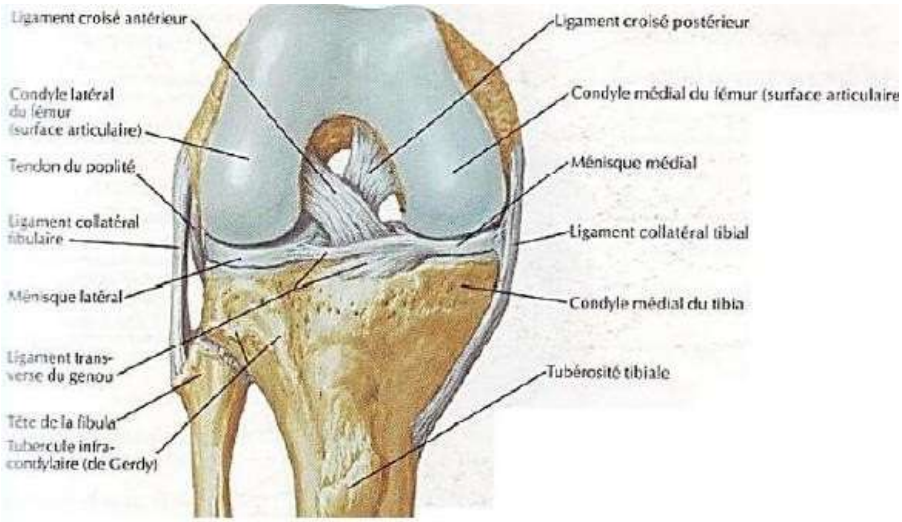


Figure 47 : Les ligaments du genou.

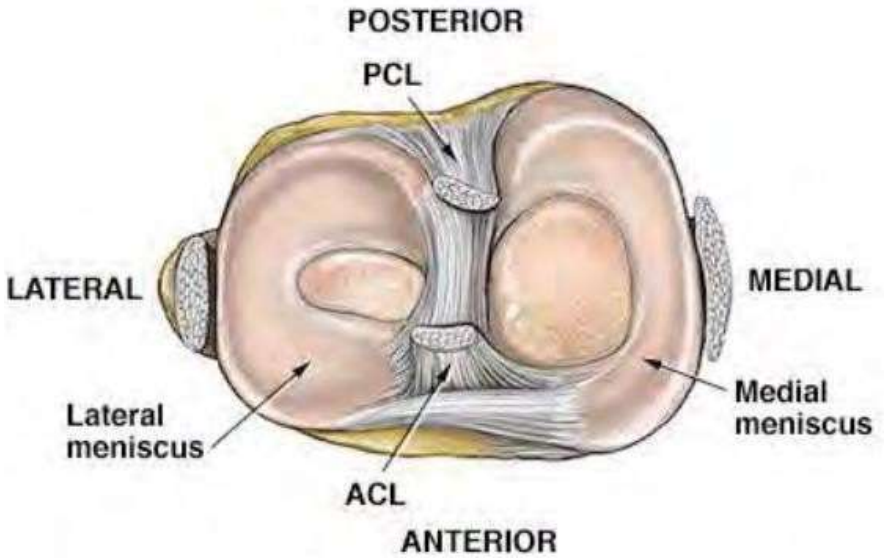


Figure 48 : Ligaments du genou, vue supérieure.

Les ligaments latéraux :

Il y en a deux :

- **Ligament collatéral médial (ou tibial)** : Large bande de tissu conjonctif fibreux, il s'insère sur la face médiale de l'épiphyse distale du fémur, se dirige vers le bas et légèrement d'arrière en avant, et se termine sur la face médiale de

l'épiphyse proximale du tibia. Son rôle physiologique est de s'opposer au valgus.

- **Ligament collatéral latéral** : Bande étroite de tissu conjonctif fibreux, il s'insère sur la face latérale de l'épiphyse distale du fémur, se dirige vers le bas et légèrement d'avant en arrière, et se termine sur la face latérale de l'épiphyse proximale du péroné. Son rôle physiologique est de s'opposer au varus.

1.3. Vascularisation :

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

Le système veineux est représenté par la veine poplitée qui accompagne l'artère poplitée, étant connectée via un tissu conjonctif très dense. Elle reçoit les veines satellites des branches collatérales de l'artère collatérale ainsi que la veine saphène externe.

1.4. Innervation :

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

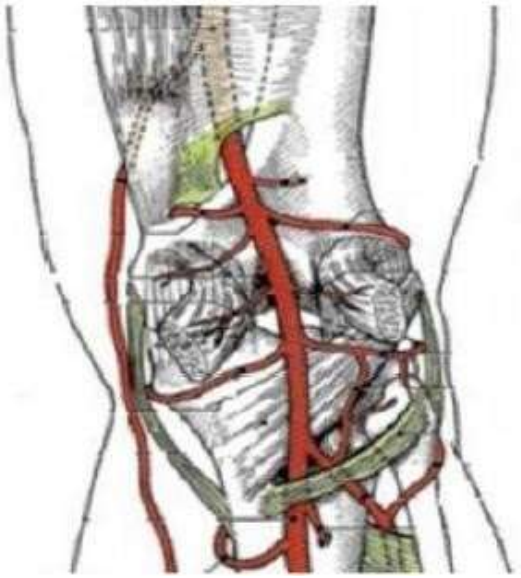


Figure 49 : Vascularisation du genou.

1.5. Muscles :

Trois appareils : appareil extenseur, appareil fléchisseur et appareil rotateur.

- **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 des muscles gastrocnémien, sartorius, gracile, des ischio-jambiers (biceps fémoral, semi-tendineux, semi-membraneux) et du muscle poplité.
- **L'appareil rotateur** est constitué des muscles qui permettent la rotation externe (biceps crural, tenseur du fascia lata) et ceux qui permettent la rotation interne (sartorius, semi-tendineux, semi-membraneux, gracile, poplité).

2. Anatomie fonctionnelle du genou :

Le genou est constitué de deux articulations ayant une même enceinte capsulo-synoviale : il s'agit de l'articulation fémoro-tibiale et de l'articulation fémoro-patellaire.

L'articulation fémoro-tibiale possède deux degrés de liberté :

- **La flexion-extension**, qui est un mouvement de rotation des condyles autour de l'axe bi-épicondylien.
- **La rotation interne-externe**, qui n'est possible qu'en flexion du genou et s'effectue autour d'un axe situé dans le compartiment interne du genou. 3

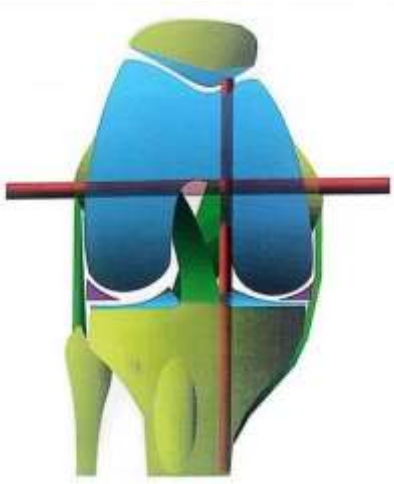


Figure 50 : Les deux degrés de liberté du genou et leurs axes [3].

Dans le genou, dont les éléments osseux n'offrent qu'une faible congruence, les tissus mous comme les ligaments croisés et les ménisques jouent un rôle crucial. Sans ces structures, un fonctionnement biomécanique adéquat du genou serait pratiquement impensable [4].

2.1. Le système capsulo-ligamentaire [3] :

Il 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 :

- 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, anciennement ligament latéral externe) se détend, car son insertion supérieure est située légèrement en arrière de l'axe de flexion-extension du genou. Il existe physiologiquement une laxité externe lorsque le genou est fléchi.
- Le ligament croisé antérieur se détend légèrement, car son insertion sur le condyle externe est située légèrement en arrière de l'axe de flexion-extension du genou. Il existe physiologiquement un léger tiroir antérieur lorsque le genou est fléchi.
- Si l'on imprime à ce genou fléchi un mouvement de rotation externe du tibia, on constate que le ligament collatéral médial se tend (puisqu'il est oblique vers le bas et vers l'avant), que le ligament collatéral latéral se tend (puisqu'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 intéressera en premier le ligament latéral interne et seulement (et éventuellement) après le ligament croisé antérieur.

- Si l'on imprime à ce genou fléchi un mouvement de rotation interne du tibia, 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.

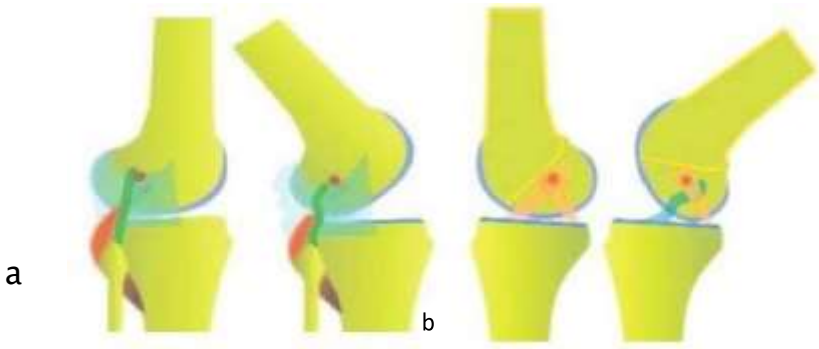


Figure 51 :

- a : Le ligament collatéral latéral (LLE) se détend en flexion.
- b : Le ligament croisé antérieur (LCA) se détend légèrement en flexion.

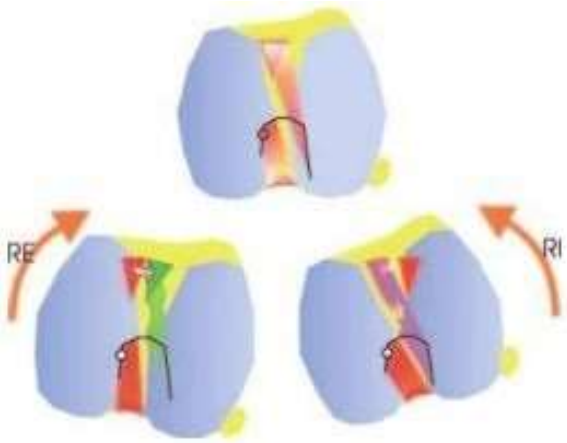


Figure 52 : Le comportement du ligament croisé antérieur (LCA) en rotation.

2.2. Les ménisques [3], [4]

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

- **Le compartiment médial** est celui de la stabilité et de la charge : le plateau tibial est concave et le ménisque est fixe, ce qui permet un déplacement peu important du condyle. Ces caractéristiques expliquent la plus grande fréquence de lésions médiales.
- **Le compartiment latéral** est celui de la mobilité : le plateau tibial est convexe et le ménisque est très mobile, ce qui permet un déplacement plus important du condyle.

Les ménisques remplissent d'autres fonctions biomécaniques importantes :

- **Transmission des forces** : La transmission des forces du tibia vers le fémur est probablement l'une des fonctions les plus importantes des ménisques.
- **Répartition des forces** : Sans les ménisques, la force est transmise de manière ponctiforme ; en présence des ménisques, les forces sont mieux réparties.

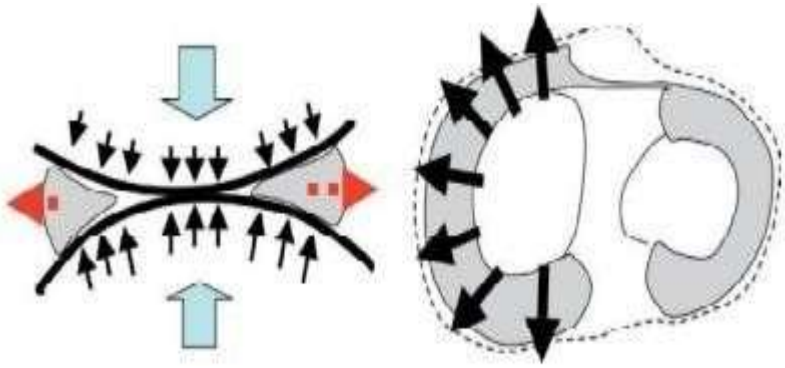


Figure 53 : Représentation schématique de la répartition et de l'amortissement des forces dans l'articulation fémoro-tibiale par les ménisques.

- **Augmentation des surfaces articulaires de contact** entre le fémur et le tibia.
- **Diminution de la pression** entre le fémur et le tibia.
- **Amortissement** : Grâce à leur teneur en eau, les ménisques se déforment sous l'effet d'une certaine contrainte en éliminant l'eau, puis retrouvent leur volume normal en absence de cette contrainte (comme une éponge). Ils fonctionnent donc comme un système d'amortissement.
- **Lubrification** : Les ménisques contribuent à la lubrification en améliorant la répartition du liquide synovial.
- **Sensibilité et proprioception**

2.3. L'appareil extenseur [3] :

Une des caractéristiques de l'appareil extenseur est l'existence de l'angle « Q » quadricipital. La contraction du quadriceps, 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). Le tiroir antérieur et la 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.

II. L'anatomopathologie des lésions ménisco-ligamentaires du genou :

1. Les lésions méniscales [5], [6]

1.1. Les fissures méniscales :

Selon la direction du plan de clivage, les fissures peuvent être classées comme simples (horizontales ou verticales) ou complexes.

a. Les fissures simples :

- **a.1. La fissure horizontale** : Il s'agit d'une fissure avec un plan de clivage parallèle au plateau tibial et qui sépare le ménisque dans son épaisseur en deux feuillets ou plus. Elle est le plus souvent d'origine dégénérative que traumatique.

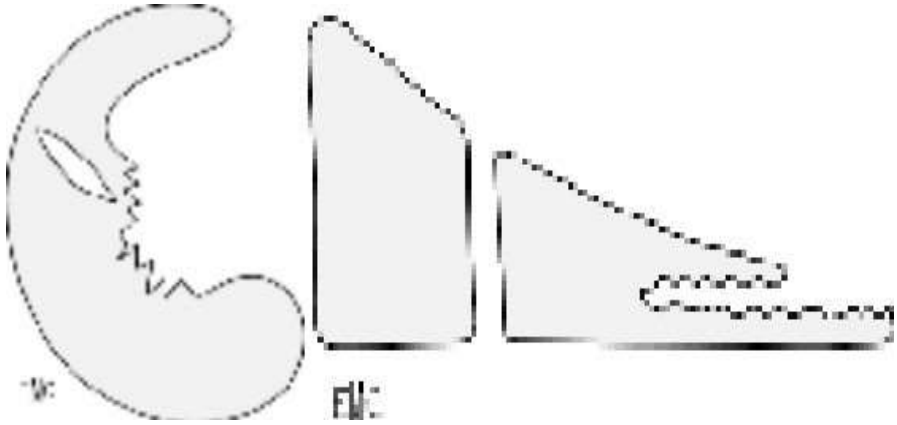


Figure 54 : Lésion horizontale.

a.2. Fissure verticale :

- **La fissure verticale longitudinale** : Il s'agit d'une fissure parallèle à l'axe circonférentiel du ménisque, traversant son épaisseur et s'étendant de l'arrière vers l'avant. Elle est le plus souvent transfixiante. Sa forme majeure est représentée par « l'anse de seau » qui peut se luxer et se loger dans l'échancrure inter-condylienne.

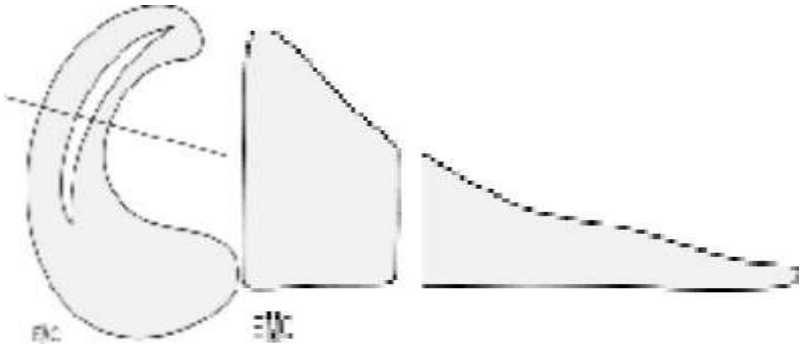


Figure 55 : Lésion verticale longitudinale.

Figure 56 : Lésion verticale longitudinale, lésion en anse de seau, anse de seau luxée.

La fissure verticale radiale : Cette lésion correspond à une déchirure du ménisque dans toute son épaisseur et s'étend du bord libre du ménisque vers le mur méniscal. Elle est localisée en principe à un segment méniscal et devient verticale ou oblique lorsqu'elle s'étend dans la surface méniscale pour atteindre le segment adjacent.

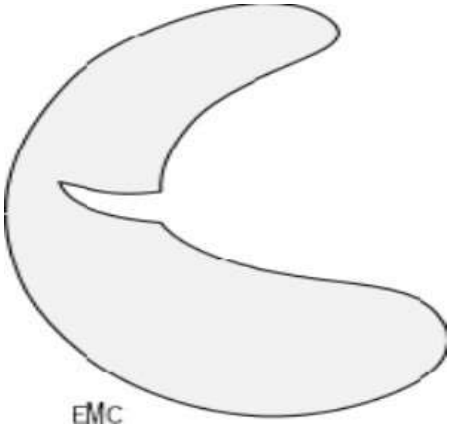


Figure 57 : Lésion verticale radiale.

- **Les fissures verticales obliques** : Aussi appelées fissures en « bec de perroquet», elles sont des lésions verticales mixtes impliquant une composante longitudinale et une composante radiale s'étendant circulairement dans le bord libre.
- **Désinsertion périphérique** : C'est une lésion longitudinale passant au-delà du mur méniscal dans les attaches ligamentaires, souvent associée à une lésion du ligament croisé. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une lésion méniscale proprement dite, son évolution suit une logique similaire à celle des lésions verticales.

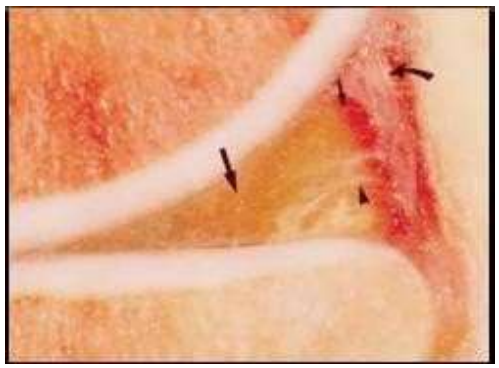


Figure 58 : Désinsertion périphérique du ménisque.

b. Lésions complexes :

Il existe une grande variété de lésions qui sont des combinaisons plus ou moins complexes de ces lésions de base.

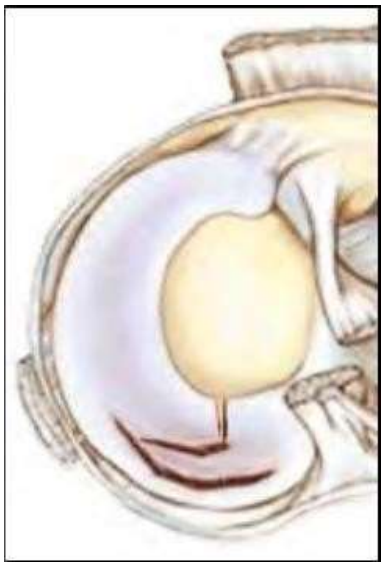


Figure 59 : Fissure complexe

c. <u>Les lambeaux (ou languettes) :</u>

Ils sont de deux types :

- **Lambeau traumatique ou languette** : C'est une association d'une lésion radiale et d'une fente longitudinale. Il peut s'agir d'une anse de seau rompue en son milieu ou à une de ses extrémités.

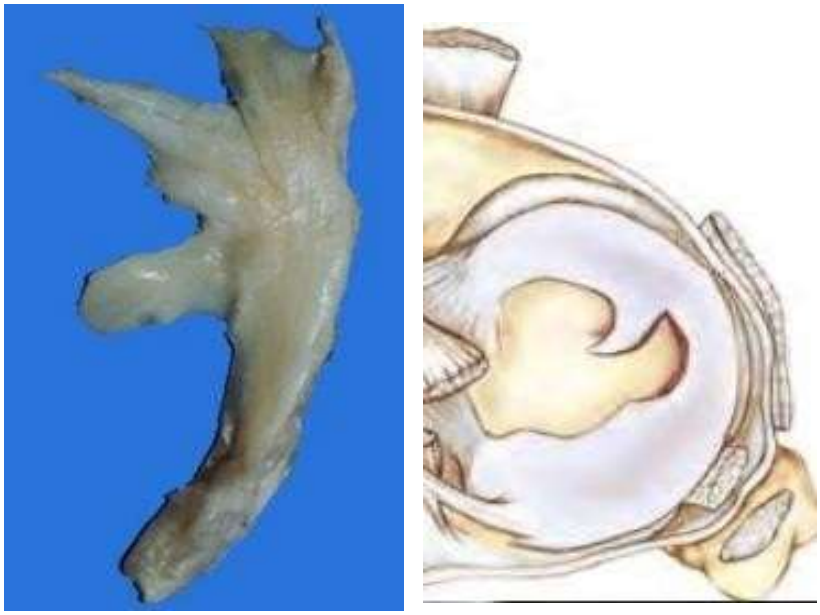


Figure 60 : Lésion méniscale en languette.

d. Lésions méniscales dégénératives :

Les lésions méniscales dégénératives peuvent être définies par trois critères : l'absence de traumatisme franc, l'absence d'arthrose radiologique apparente, ainsi que l'aspect macroscopique en arthroscopie (terne, aplati avec parfois la présence de calcifications ou de fissures, le plus souvent horizontales, suivant la direction des fibres méniscales).

e. Lésions méniscales congénitales :

Les malformations congénitales des ménisques sont rares et touchent essentiellement le ménisque externe. La malformation la plus fréquemment retrouvée est le ménisque discoïde.

- **Ménisque discoïde** : Watanabe décrit 3 types de ménisques discoïdes :
    - **Type I** : C'est un ménisque discoïde complet qui recouvre complètement le plateau tibial. C'est la forme la plus fréquente (80%).
    - **Type II** : C'est un ménisque discoïde incomplet où l'anomalie est moins importante, car une petite échancrure est encore visible dans la partie moyenne du ménisque, et tout le plateau tibial n'est pas recouvert. Ce type représente environ 10%.
    - **Type III** : Dans ce cas, le tiers postérieur du ménisque externe n'est pas attaché au tibia par le ligament ménisco-tibial mais par le ligament ménisco-fémoral de Wrisberg, tendu entre la face axiale du condyle interne et la face périphérique du tiers postérieur du ménisque externe. Ce ligament est un dédoublement postérieur du ligament croisé postérieur.

- **Ménisque hypermobile**
- **Autres anomalies congénitales :**
  - Ménisque externe dédoublé
  - Ossicule méniscal
  - Hypoplasies méniscales
  - Ménisque externe en anneau
  - Replis fibreux interméniscaux
  - Mégacorne antérieure/postérieure...

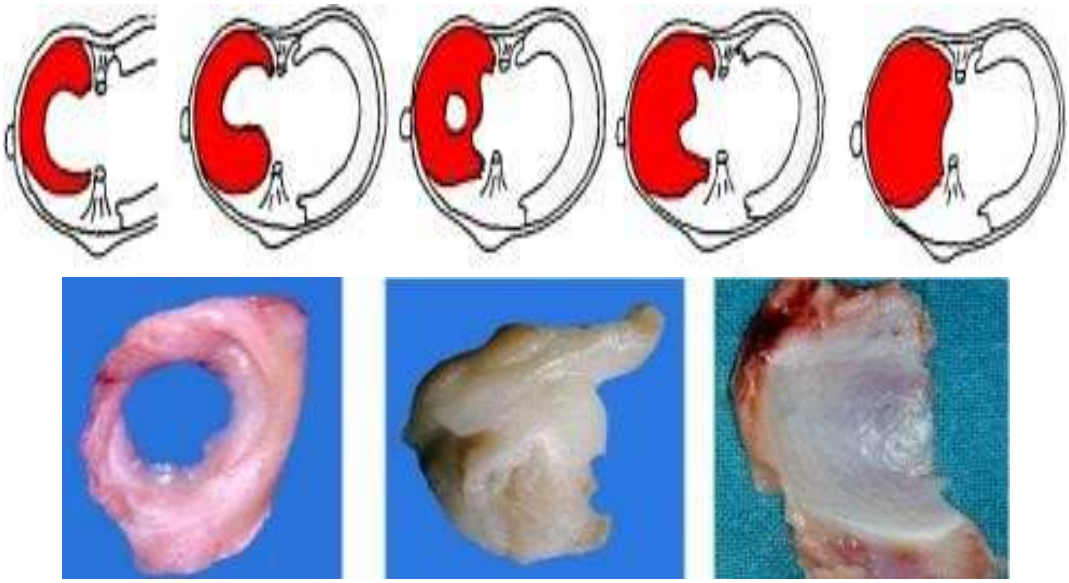


Figure 61 : Mégacorne postérieure, antérieure, Ménisque en O, Ménisque discoïde

2. Les lésions ligamentaires :

2.1. Le ligament croisé antérieur (LCA) :

La rupture du LCA existe sous différentes formes :

- **La rupture intra-ligamentaire** : C'est la forme la plus courante (60 à 80 %). Située en plein corps du ligament, elle est parfois intrasynoviale, permettant

alors à la portion distale du LCA, encore vascularisée, de s'accoler au LCP (cicatrisation en nourrice de A Trillat).

- **La rupture au voisinage de l'insertion fémorale :** Elle est moins fréquente ; il s'agit soit d'une avulsion avec arrachement osseux le plus souvent, soit d'une rupture proche de l'insertion.
- **La rupture au voisinage de l'insertion tibiale :** Encore moins fréquente chez l'adulte, elle se présente surtout sous forme d'un arrachement de l'épine tibiale. Cette localisation est l'apanage de l'enfant.

2.2. Le ligament croisé postérieur (LCP) :

La rupture du LCP existe sous plusieurs formes :

- **Les ruptures intra-ligamentaires** sont les plus fréquentes (environ 70 %) et se rencontrent pour tous les types d'accident.
- **Les ruptures au plancher** sont moins fréquentes (20 %) et seraient plutôt le fait des traumatismes antéropostérieurs, provoquant alors un arrachement de l'épine tibiale postérieure.
- **Les ruptures au plafond** sont plus rares (10 %) et sont plutôt le fait de mécanismes combinés. Les ruptures partielles toucheraient plutôt le faisceau postéro-médial.

2.3. Les ligaments collatéraux :

Il existe trois stades de l'entorse des ligaments collatéraux :

- **Un stade d'élongation** ou entorse simple où le ligament conserve sa continuité,

- **Un stade de rupture partielle,**
- **Un stade de rupture complète.**

Le niveau de la rupture peut être différent sur le faisceau superficiel et sur le faisceau profond (lésions à deux étages) et se situe proche de l'insertion fémorale ou plus rarement tibiale, pouvant même réaliser un arrachement osseux. Les ruptures incomplètes, c'est-à-dire la rupture des fibres au sein du ligament sans réelle solution de continuité, ont été décrites et aboutissent à un « étirement » du ligament.

Figure 62 : Rupture des ligaments du genou

DISCUSSION DES RÉSULTATS

I. Données épidémiologiques :

1. Âge :

L'âge dans notre population étudiée varie entre 21 et 60 ans avec un âge moyen de 33 ans. Le maximum des lésions est rencontré chez les tranches d'âge 21-30 ans (50 % des cas) et 31-40 ans avec 37 % des cas. Cela pourrait être principalement expliqué par la nature de l'activité professionnelle de nos patients, qui sont des jeunes militaires en activité, ainsi que par leurs activités sportives quotidiennes.

Dans la littérature [8]-[12], l'âge moyen varie entre 27 et 35 ans, ce qui concorde avec les résultats de notre étude (moyenne de 33 ans). De ce fait, on peut conclure que les lésions ménisco-ligamentaires sont l'apanage de l'adulte jeune.

Tableau XIX : Les résultats de différentes séries concernant l'âge de diagnostic.

Auteur	Âgemoyen
Jah et al [8]	27.7ans
Shantanu et al [9]	29.17ans
Sampson et al [10]	29.6ans
Orlandojunior et al [11]	33.54ans
Margad et al [12]	35ans
Notre série	33ans

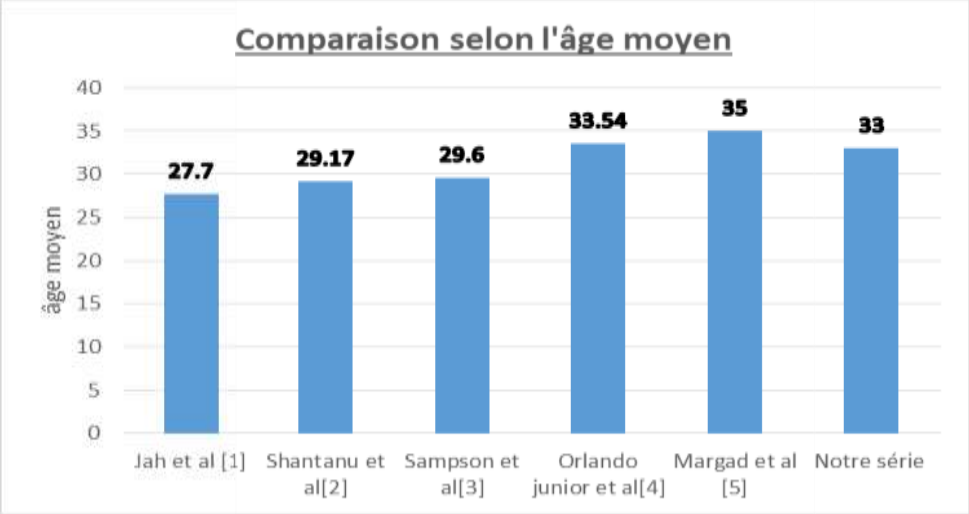


Figure 63 : Les résultats de différentes séries concernant l'âge de diagnostic

2. Sexe :

Dans notre étude, le sexe masculin a présenté une nette prédominance, avec 98 % des hommes contre seulement 2 % des femmes. Cette disparité entre les sexes est également décrite dans la littérature, mais avec des proportions plus équilibrées pour les femmes [8], [10], [11].

Cette différence peut être expliquée par la pratique sportive, qui est plus fréquente chez les hommes que chez les femmes, mais aussi par la particularité de la profession de notre population, qui est un métier à prédominance masculine.

Tableau X : La répartition selon le sexe dans différentes séries

Auteur	Sexe masculin(%)	Sexe féminin(%)
Jah et al [8]	81.4	18.6
Shantanu et al [9]	91.7	8.3
Sampson et al [10]	85.27	14.51
Orlando junior et al [11]	84.72	15.28
Margad et al [12]	90	10
Notre série	98	2

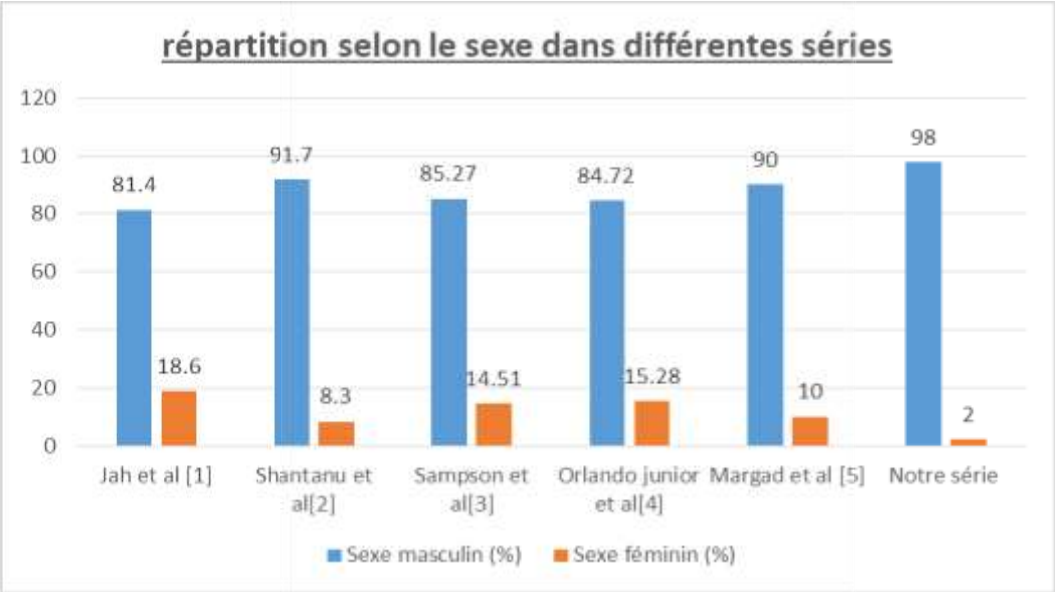


Figure 64 : Répartition selon le sexe dans différentes séries

3. Côté atteint :

Dans notre série, le côté droit est le plus atteint dans 57 % des cas, contre 43 % d'atteinte pour le côté gauche. Cette tendance est également retrouvée dans différentes séries de la littérature [11], [13], [14], contrairement aux études de Jah et al [8] et d'Ouali Idrissi et al [15], qui rapportent une prédominance du genou gauche (Tableau 21).

Tableau XXI : La répartition selon le côté atteint dans les séries

Auteur	Côté droit(%)	Côté gauche(%)
Jah et al [8]	42.9	57.1
Adjénou et al [13]	56	44
Elhassani et al [14]	55	45
Orlando junior et al [11]	61.11	38.88
Ouali Idrissi et al [15]	40	60
Notre série	57	43

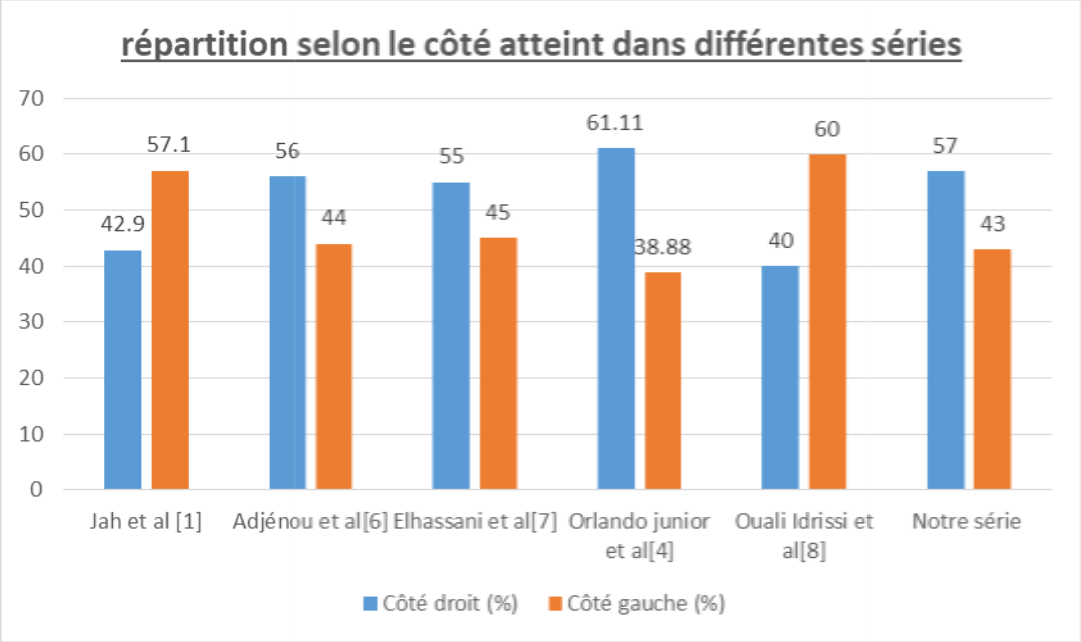


Figure 6 : La répartition selon le côté atteint dans les séries

4. Circonstances de survenue lors de l'accident causal :

Dans notre série, la cause la plus fréquente des lésions ménisco-ligamentaires du genou est représentée par les accidents de sports, rencontrés dans 79 % des cas. Ceci pourrait s'expliquer par l'augmentation considérable des activités physiques et sportives pratiquées par nos patients : 92 % de nos patients sont actifs et 75 % pratiquent un sport de loisir. Le football est le sport le plus cité parmi nos patients.

Plus rarement, les lésions sont causées par des accidents de la voie publique, des accidents de travail ou des chutes.

Ces constatations sont proches de celles retrouvées dans d'autres séries (Jah [8], Orlando Junior [11], et Margad [12]), où les traumatismes sportifs représentaient la cause prédominante. Contrairement aux études d'Ouali Idrissi [15] et Shantanu [9], où les traumatismes sportifs viennent en deuxième position après les accidents de la voie publique.

Dans la littérature, les sports les plus pourvoyeurs de ces lésions sont le football, le ski et autres sports collectifs dits "pivot-contact", où il existe un conflit corporel entre les joueurs.

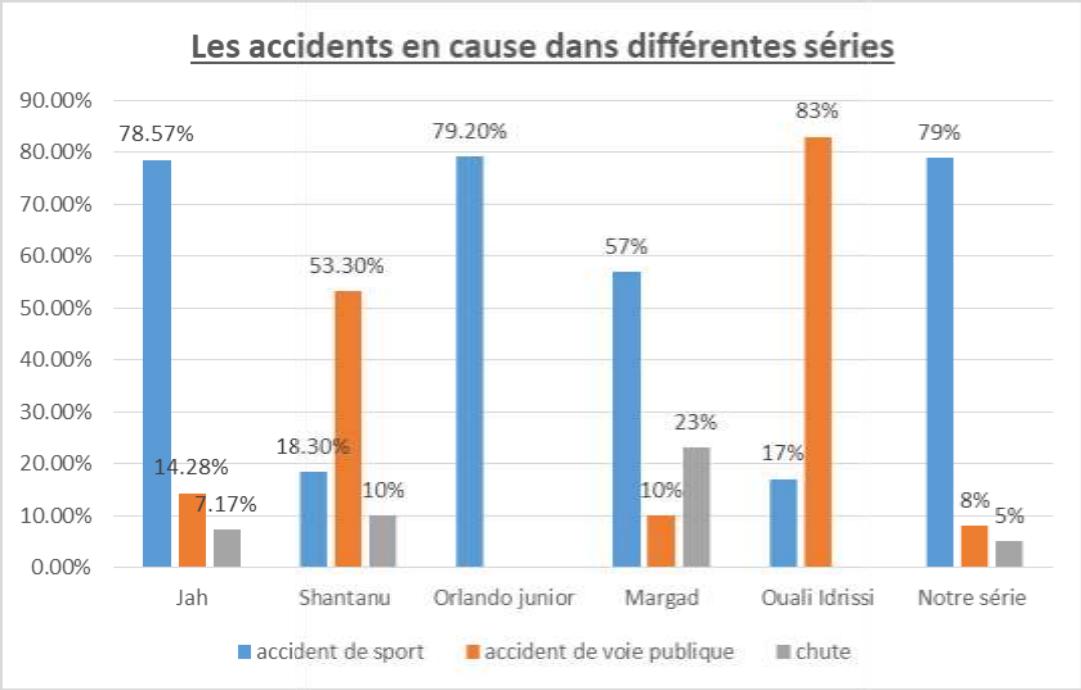


Figure 66 : Les accidents en cause selon les différentes séries

II. Étude clinique :

Bien que l'IRM ait montré une importante utilité dans la détection des lésions ménisco-ligamentaires du genou, elle ne substitue pas le rôle fondamental de l'anamnèse et de l'évaluation clinique. De ce fait, tous nos patients sont passés par une étape d'interrogatoire clinique afin d'assembler un faisceau d'arguments en faveur du diagnostic.

1. Signes fonctionnels :

Un interrogatoire bien fait permet souvent d'augmenter la probabilité de diagnostiquer une lésion ménisco-ligamentaire du genou et d'orienter la prise en charge de cette lésion, en recherchant l'âge, le niveau d'activité physique du patient,

la présence ou non d'un contexte traumatique, le degré de gêne causé au patient ainsi que certains signes fonctionnels classiques de la pathologie ménisco-ligamentaire du genou.

Dans notre série, la totalité de nos patients présente une douleur comme signe fonctionnel dominant, suivie d'une instabilité du genou rapportée par 30 %, d'un blocage dans 8 %, et plus rarement d'un gonflement articulaire et d'une impotence fonctionnelle. Dans la littérature, la symptomatologie est souvent faite de douleur articulaire, d'instabilité du genou et de blocage articulaire. Ce qui concorde avec les résultats de notre étude. (Tableau 22)

Tableau XXII : Les signes fonctionnels trouvés lors de l'interrogatoire selon les séries.

Auteur	Douleur	Instabilité du genou	blocage	Gonflment articulaire	Impotence fonctionnelle
Margad [12]	100%	33%	47%	-	-
Ouali idrissi [8]	100%	66%	57.5%	20%	-
El hassani [14]	94%	57%	59%	-	-
Notre série	100%	68%	30%	15%	2%

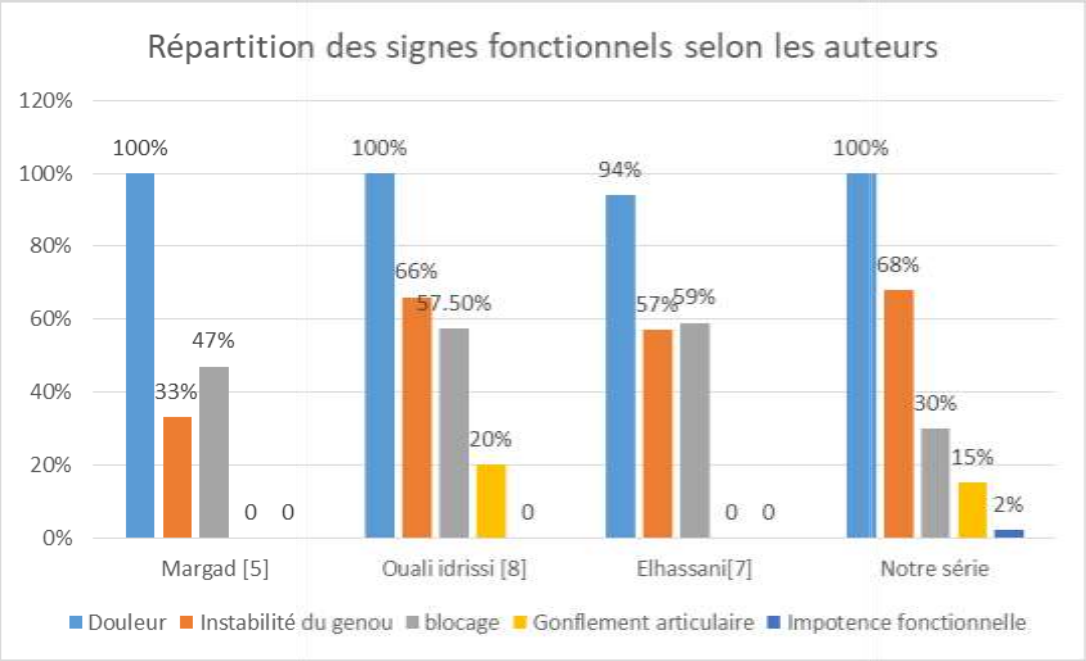


Figure 67 : Les signes fonctionnels trouvés lors de l'interrogatoire selon les séries.

2. Signes physiques : [12], [15]-[18]

L'examen physique doit être minutieux, bilatéral et comparatif.

2.1. Inspection

Elle renseigne sur la morphologie globale du genou. Elle recherche :

- Une amyotrophie du quadriceps
- Un membre inférieur droit, présence d'un flessum ou d'un recurvatum
- La présence d'un valgus ou d'un varus
- Un gonflement (figure 68)
- Un recul postérieur de la tubérosité tibiale antérieure (TTA) en flexion, qui est un signe en faveur d'une lésion du LCP (figure 70)

Figure 68 : Gonflement et ecchymoses du genou

Figure 69 : Le recul spontané de la TTA

2.2. Examen clinique des ménisques :

Certaines manœuvres permettent de mettre en évidence une lésion méniscale :

- **Signe d'Oudardou :** Douleur aiguë ressentie par le patient lors de la pression de l'interligne fémorotibial au moment de l'extension active du genou.

Ce test est sensible dans 63,3 % des cas et spécifique dans 77,4 %.

Figure 70 : Pression de l'interligne fémoro-tibiale à la recherche du cri meniscal

- **Grinding test d'Appley :** Patient en décubitus ventral, genou fléchi à 90° : compression par appui sur le pied ; recherche d'une douleur dans les mouvements de torsion externe de la jambe (pour le ménisque interne) et interne (pour le ménisque externe).

Ce test a une sensibilité de 60,7 % et une spécificité de 70,2 %.

Figure 71 : Grinding test

- **Signe de McMurray** : Douleur aiguë (cri méniscal interne) lors de l'extension passive depuis 120° de flexion, le pied étant maintenu en rotation externe et l'avancée du ménisque étant empêchée par l'appui d'un doigt sur l'interligne fémorotibiale interne.

  Ce test est sensible dans 70,5 % des cas et spécifique dans 71,1 %.

Figure 72 : Le signe de McMurray

Manœuvre de Cabot (cri méniscal externe) : Genou en tailleur, pouce dans l'interligne fémorotibiale externe, puis, en maintenant le pied en rotation interne.

Figure 73 : La manœuvre de Cabot

2.3. Examen clinique des ligaments :

Les manœuvres ligamentaires sont les suivantes :

a. **LCA** :

- **Test de Trillat-Lachman** : Le signe de Lachman, pathognomonique d'une lésion du LCA, consiste à maintenir d'une main l'extrémité inférieure du fémur pendant que l'autre tente de déplacer vers l'avant l'extrémité supérieure du tibia. Un arrêt retardé « dur » signe une distension ou une rupture partielle du LCA. Un arrêt « mou » signe une rupture complète.

  La sensibilité du test de Trillat-Lachman est de 62 % et sa spécificité de 82 %.

Figure 74 : Test de Trillat-Lachman

- **Test du ressaut rotatoire** : L'examinateur se tient du même côté du membre à examiner. La main droite contourne le bord interne de la jambe et empoigne le mollet juste en dessous du genou. La jambe est soulevée pour que le pied ne touche plus la table, et l'on déverrouille le genou. Une contrainte en compression est exercée avec la même main, tandis que la main gauche se positionne sur la face antérieure du fémur, juste au-dessus du genou, imprimant une contrainte postérieure. Le bras et le coude droits impriment alors une contrainte en valgus sur la jambe. La phase dynamique consiste à fléchir progressivement le genou de manière passive. La réduction brutale du tibia s'opère entre 20° et 40°. La constatation d'un ressaut est pathognomonique d'une rupture du ligament croisé antérieur.

Sa valeur diagnostique est primordiale et la sensibilité avoisine les 90 %.

Figure 75 : Test du ressaut rotatoire

2.4. Examen clinique des ligaments :

Les manœuvres ligamentaires sont les suivantes :

a. **LCA** :

- **Tiroir antérieur** : La présence d'un tiroir antérieur signe la rupture du ligament croisé antérieur. La sensibilité et la spécificité du test sont respectivement de 56 % et de 82 %. En cas de tiroir antérieur positif, il faut éliminer une rupture du ligament croisé postérieur, le faux tiroir antérieur correspondant alors à une réduction du tiroir postérieur spontané.

b. LCP :

- **Tiroir postérieur** : On observe une laxité postérieure dans le plan sagittal en cas de rupture du ligament croisé postérieur. Le patient est installé en décubitus dorsal, les genoux fléchis à 70 degrés. L'examinateur empoigne le tibia avec ses deux mains et pousse vers l'arrière. Le test est qualifié de positif si l'on observe un recul du tibia comparativement au côté sain.

c. **Les ligaments collatéraux** : Le genou, soutenu et maintenu en légère flexion (pour détendre la capsule postérieure) par une main sous le creux poplité, l'autre main empoignant le talon, imprime des mouvements de latéralité en valgus (recherche d'une laxité interne) et en varus (recherche d'une laxité externe).

2.5. Recherche de la pathologie arthrosique et épanchement :

Recherchés respectivement par le signe de Rabot et le choc rotulien.

2.6. Le reste de l'examen :

Devant une douleur du genou, il faut aussi penser aux douleurs projetées, notamment de la hanche et de la cheville, de tout l'appareil locomoteur et des parties molles, qu'il faudra bien examiner avant de passer à l'examen général du patient.

La littérature et notre série : Les signes physiques les plus retrouvés dans notre série sont les signes en faveur d'une atteinte méniscale et du pivot central, regroupés sous le syndrome méniscal et le tiroir antérieur. Ils sont présents chez 75 % de nos patients. Ce qui rejoint les données rapportées par la littérature. Margad [12], El Hassani [14] et Ouali Idrissi [15] ont trouvé un syndrome méniscal chez la majorité des patients avec des pourcentages respectifs de 66,6 %, 58 % et 77 %.******

III. Imagerie du genou :

L'imagerie garde son rôle fondamental dans le diagnostic précis des lésions ménisco-ligamentaires du genou ainsi que dans la planification de la prise en charge.

1. Radiographies standard : [19]

Les clichés de première intention comprennent les incidences : face, profil et une axiale de la rotule à 30 degrés de flexion.

On recherchera :

- Une encoche du condyle externe sur le profil, pathognomonique d'une rupture du LCA au-delà de 1,5 cm (figure 77).
- Une fracture de Segond (avulsion osseuse par l'enthèse tibiale du ligament antérolatéral) (figure 76).
- Une avulsion de la surface préspinale chez l'enfant.
- Une laxité périphérique majeure sera dévoilée par un bâillement externe ou interne (atteinte du LCL ou LCM respectivement).

- La laxité antérieure ou postérieure est mesurée sur le cliché de profil en mesurant la translation tibiale antérieure ou postérieure du tibia comparativement au côté sain (figure 78, figure 79).

Ces radiographies sont complétées par des clichés en stress, bilatéraux et comparatifs, selon la pathologie suspectée :

- Clichés en tiroir antérieur à 20° de flexion pour la pathologie du LCA : un différentiel de plus de 2 mm entre les mesures de translation tibiale antérieure est pathologique.
- Clichés de Bartlett en tiroir postérieur à 90° de flexion pour le LCP : un différentiel de 12 ± 4 mm signe une rupture complète du LCP, un différentiel de 6 ± 2 mm signe une rupture partielle.
- Clichés de Puddu en vue axiale à 70° de flexion : on mesure la distance entre la tangente aux berges de la trochlée et la TTA. Un différentiel supérieur à 10 mm signe une rupture du LCP.
- Clichés en valgus et varus forcés recherchent une laxité ligamentaire périphérique.

Dans notre série, 100 % de nos patients ont réalisé une radiographie standard du genou en incidence face et profil. Elle a révélé des signes de gonarthrose chez 10 patients, un épanchement articulaire chez 5 patients, et une fracture-avulsion de l'épine tibiale antérieure ainsi qu'une fracture de Segond chez un seul patient.

Figure 76 : Radiographie standard face du genou montrant une fracture de Segond

Figure 77 : Radiographies standard face et profil : encoche du condyle fémoral externe en faveur d'une rupture du ligament croisé antérieur [20]

Figure 78 : Radiographie standard profil : encoche du condyle fémoral externe (flèche verte) avec subluxation antérieure spontanée du tibia

Figure 79 : Radiographie standard du genou en profil : subluxation postérieure du tibia

2. Échographie du genou :

Le genou a été l'une des premières régions de l'appareil locomoteur explorées par échographie [21]. Cet examen a un rôle contributif dans le diagnostic des pathologies du genou. Son efficacité a été surtout prouvée dans les épanchements et les lésions des parties molles [22].

Technique :

L'utilisation d'une sonde linéaire à haute fréquence (9 à 13 MHz) est employée pour l'étude des tendons et ligaments superficiels, avec un recours éventuel à un matériel d'interposition afin d'épouser les reliefs anatomiques du genou.

Pour l'étude des régions antérieure, latérale et médiale, le patient est successivement installé en décubitus dorsal, genou en extension, en flexion à environ 30° et en flexion maximale. Pour l'étude de la région postérieure, le patient est installé

en décubitus ventral (ou latéral en cas de difficulté), genou en extension ou discrètement fléchi.

La spécificité dynamique de l'échographie doit être mise à profit pour explorer les structures anatomiques au cours de la mobilisation de l'articulation.

Lésions méniscales :

L'exploration des ménisques se limite à leur périphérie, qui apparaît normalement hyperéchogène, de forme triangulaire. Une lésion méniscale est suspectée en cas d'échostructure hétérogène, avec des plages hypo- ou anéchogènes intraméniscales. Malgré l'avantage théorique d'une exploration dynamique en flexion-extension et rotation, la performance de l'échographie pour le diagnostic des lésions méniscales, en particulier des fissures, est diversement appréciée. Dans une étude rétrospective, la sensibilité de cet examen dans un contexte post-traumatique n'était que de 60 %, la spécificité de 21 % [23]. En revanche, l'échographie semble fiable pour le diagnostic des kystes méniscaux [24] (figure 80).

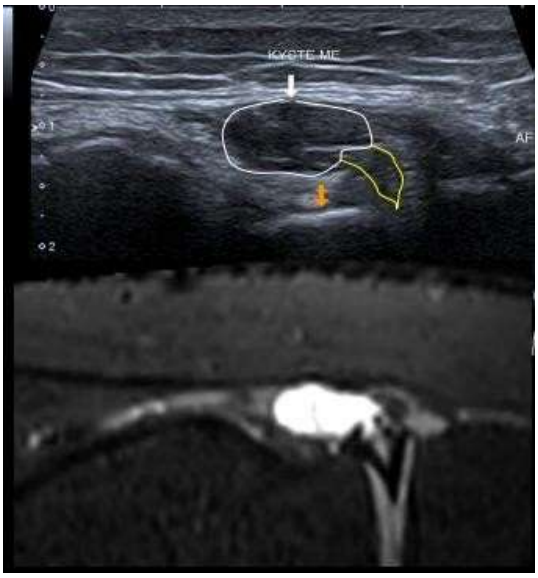


Figure 80: corrélation échographie-IRM d'une image d'un kysteduménisque externe

Lésions du pivot central :

Seul le tiers proximal du ligament croisé antérieur est relativement accessible à l'exploration échographique. En cas de lésion aiguë (< dix semaines), il est parfois observé une lésion hypoéchogène dans la gouttière intercondylienne en région postérieure, compatible avec un hématome, mais cet aspect peut être confondu avec un kyste arthrosynovial. Un aspect échographique normal ne permet pas d'exclure une lésion traumatique aiguë ou chronique ; l'intérêt de cet examen est donc limité dans cette pathologie [25].

Lésions des ligaments collatéraux :

Les ligaments collatéraux sont accessibles à l'exploration échographique. Identifiés depuis leurs insertions osseuses, ils ont normalement un aspect fibrillaire hyperéchogène en coupe longitudinale (figure 81). On peut distinguer en échographie les deux faisceaux superficiel et profond du ligament collatéral médial, séparés par une couche de tissu conjonctif d'aspect hypoéchogène [26]. Les lésions ligamentaires traumatiques aiguës se manifestent par une perte de l'échostructure fibrillaire normale, un aspect épaissi et hypoéchogène du ou des faisceaux lésés, ainsi que la présence d'une collection liquidienne périligamentaire [25] (figure 82).

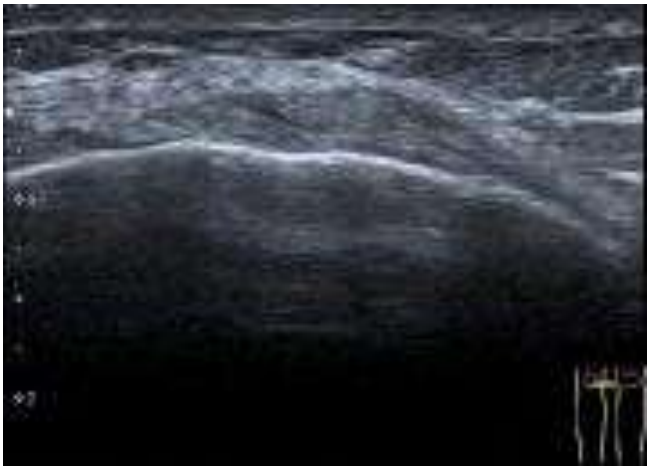


Figure 81 : Image échographique : ligament collatéral médial normal, hyperéchogène avec aspect fibrillaire.

Figure 82 : Image échographique : rupture partielle du ligament collatéral médial : épaississement, perte de l'aspect fibrillaire, aspect hypoéchogène

3. Arthroscanner du genou :

L'arthroscanner permet de mettre en évidence des lésions méniscales et représente la technique de référence pour l'analyse du cartilage. Cet examen est moins performant que l'IRM dans l'étude ligamentaire. Il permet de rechercher essentiellement [27] :

- Corps étrangers articulaires
- Atteinte chondrale (couplée à infiltration de produit de contraste)

C'est un examen plus invasif, il est donc moins utilisé que l'IRM [28].

4. Imagerie par résonance magnétique du genou :

L'IRM est devenu l'outil incontournable pour le diagnostic des lésions ménisco-ligamentaires du genou. Certaines avancées techniques permettent de mieux appréhender certains problèmes diagnostiques difficiles pouvant modifier l'attitude thérapeutique [29].

4.1. Les avantages de l'IRM :

- Non invasif
- Indolore
- Permet une exploration dans tous les plans de l'espace
- Permet la création d'images de haute résolution et de haut contraste

4.2. Les indications de l'IRM dans la pathologie du genou [30] : L'IRM est donc très performante pour déceler :

- Les ruptures des ligaments du genou
- Les pathologies des ménisques comme les déchirures
- Les pathologies des tendons comme les inflammations (tendinites) ou les ruptures
- Des lésions osseuses comme les lésions ostéo-sous-chondrales, les fractures ou des nécroses
- Les pathologies des muscles
- La recherche / l'évaluation des tumeurs osseuses et autres masses des tissus mous
- La détection des kystes poplités (kyste de Baker)

4.3. Les contre-indications de l'IRM [31]-[33] :

Absolues :

- Certains dispositifs médicaux implantables actifs :
    - Stimulateurs cardiaques (pacemaker)

- Défibrillateurs cardiaques implantables
- Les neurostimulateurs
- Les implants cochléaires
- Certains systèmes d'injections automatisées implantés : pompes à insuline
- Les clips vasculaires ferromagnétiques intracérébraux
- Certains systèmes de régulation de température intravasculaire
- Les corps étrangers métalliques, en particulier intraoculaires, ou situés à proximité des zones à risque : système nerveux, système vasculaire

- En cas d'injection de produit de contraste : la grossesse de moins de trois mois et l'insuffisance rénale

Relatives :

- Implants métalliques divers
- Claustrophobie
- Exploration IRM postopératoire : après mise en place d'implants « passifs », non ferromagnétiques, l'IRM peut être effectuée immédiatement
- Certains patches et tatouages : risque de brûlure

4.4. Technique de l'IRM :

a. Déroulement :

- Le malade est installé confortablement en décubitus dorsal sur la table d'examen (figure 83), une antenne émettrice réceptrice (figure 84) est placée autour de son genou

- La table se déplace ensuite dans l'appareil d'IRM, qui se présente sous la forme d'un tunnel éclairé
- Réalisation des coupes sans ou avec produit de contraste (Gadolinium)
- Durée de l'examen : 10 à 20 min

Figure 83 : Installation du patient.

Figure 84 : Image de l'antenne genou du service de radiologie de l'Hôpital Militaire Moulay Ismail.

b. Les coupes : [34]-[37]

- **Les coupes sagittales** : Perpendiculaires au plan bicondylien. Permettent une bonne étude des cornes antérieures et postérieures des ménisques, ainsi que des ligaments croisés, et de la patte d'oie.
- **Les coupes coronales** : Permettent d'analyser la portion moyenne des ménisques, les ligaments croisés et les ligaments collatéraux.
- **Les coupes axiales** : Bonne analyse des tissus périarticulaires (muscles, tendons, nerfs et vaisseaux). Étude précise du cartilage fémoro-patellaire et du creux poplité.
- **Les coupes obliques** : Permettent l'étude du ligament croisé antérieur dans toute sa longueur sur une coupe optimale et ses deux faisceaux antéromédial et postérolatéral.
- **Épaisseur des coupes** : 3-4 mm
    - Coupe fine : 2 mm
        - Ménisque en axial.
        - Pivot central en sagittal.

c. Les séquences : [38]

Les séquences utilisées sont :

- **Séquence écho-spin densité de protons** : La plus utilisée.
- **Séquence écho-spin rapide densité de protons (avec ou sans saturation du signal de la graisse).**

- **Séquence écho-spin en pondération T1** : Permet une bonne étude anatomique des structures explorées.
- **Séquence écho-spin en pondération T2** : Offre un contraste plus net entre tissus normaux et pathologiques.
- **Séquence écho-spin T2 rapide (avec ou sans saturation du signal de la graisse).**
- **Séquence écho-gradient en pondération T2.**
- **Séquence 3D** : Autorise des coupes plus fines permettant le démembrement des lésions méniscales, le diagnostic positif des lésions douteuses du pivot central, et le diagnostic des lésions périphériques.

4.5. Radio-anatomie du genou : IRM normale :

a. Les extrémités osseuses : [37], [38]

- **L'os cortical** : Il apparaît comme une structure linéaire d'intensité et de signal faible.
- **L'os médullaire** :
  - En T1 : Signal très intense.
  - En T2 : Signal intermédiaire.

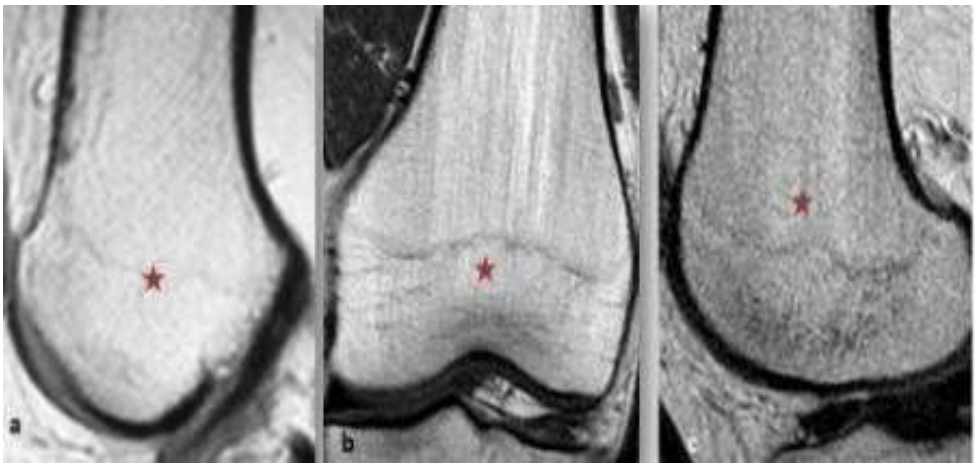


Figure 85 : IRM en coupes sagittale (a), coronal (b) en T1 FSE (a) et coupe sagittale en T2 FSE (c).

a, b et c : Corticale osseuse en hyposignal ; a, b : Os médullaire (étoile rouge) en hypersignal ; c : Os médullaire (étoile rouge) en signal intermédiaire.

b. Le cartilage articulaire :

Il se présente sous forme d'une bande régulière recouvrant l'os sous-chondral. En T1 et en T2 : signal homogène intermédiaire entre celui de l'os et celui des muscles sur des images en écho de spin en densité de protons.

Figure 86 : IRM en coupe axiale passant par le compartiment fémoro-patellaire en DPFATSAT : signal intermédiaire du cartilage (flèche noire). [39]

c. La capsule articulaire :

Elle n'est pas visible dans son ensemble. Seules les coques condyliennes sont bien individualisées, se traduisant par un hyposignal franc, comparable à celui des ménisques ou des ligaments.

d. Les ménisques :

Fibrocartilages de forme triangulaire avec une petite base d'implantation périphérique et un apex effilé central. Ils possèdent trois faces : fémorale, tibiale et périphérique, adhérente à la capsule. L'insertion des cornes méniscales se fait sur les surfaces pré- et rétro-spinale par de solides trousseaux fibreux. Les ménisques apparaissent en hyposignal homogène, nettement délimitée entre les cartilages fémoral et tibial sur toutes les séquences. Sur les coupes sagittales les plus externes, les ménisques ont une forme de lentille biconvexe.

- **Le ménisque externe** : Formé d'un croissant très fermé. Taille symétrique des cornes, aspect en nœud de papillon. La périphérie est séparée du LCL par une couche graisseuse épaisse, tandis que celle du ménisque médial est séparée de la capsule par le tendon du muscle poplité.
- **Le ménisque interne** : Formé d'un croissant très ouvert. La corne antérieure est insérée sur la surface pré-spinale en avant du LCA, tandis que la corne postérieure est fixée à la surface rétro-spinale en avant du LCP. La corne

postérieure est plus volumineuse que la corne antérieure. La périphérie est fortement unie au LCM.

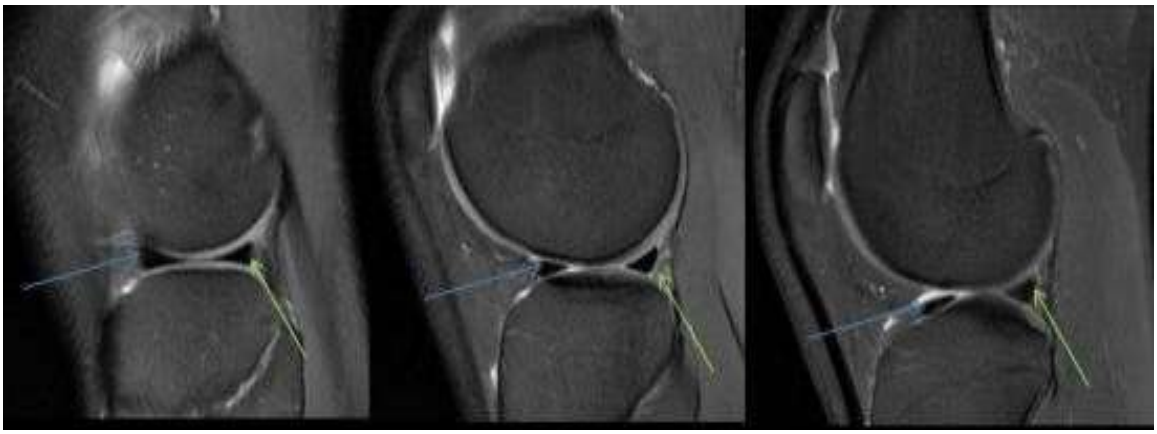


Figure 87 : IRM en coupes sagittales DP FAT SAT passant par le ménisque externe, montrant les deux cornes de taille symétrique avec un aspect en nœud de papillon. La corne postérieure est indiquée par la flèche verte et la corne antérieure par la flèche bleue.

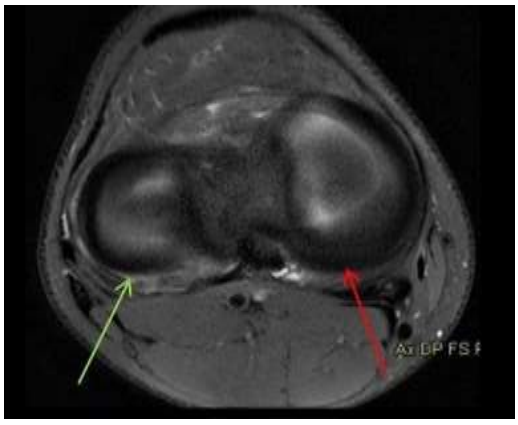


Figure 88 : IRM en coupe axiale DP FAT SAT montrant la corne postérieure du ménisque externe (flèche verte) et la corne postérieure du ménisque interne (flèche rouge).

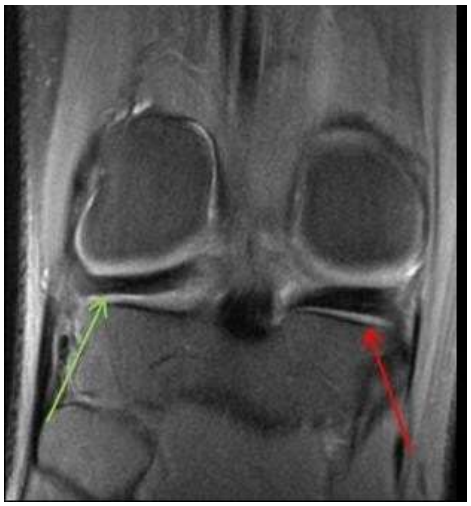


Figure 89 : IRM en coupe coronale DP FAT SAT montrant la corne postérieure du ménisque externe (flèche verte) et la corne postérieure du ménisque interne (flèche rouge).

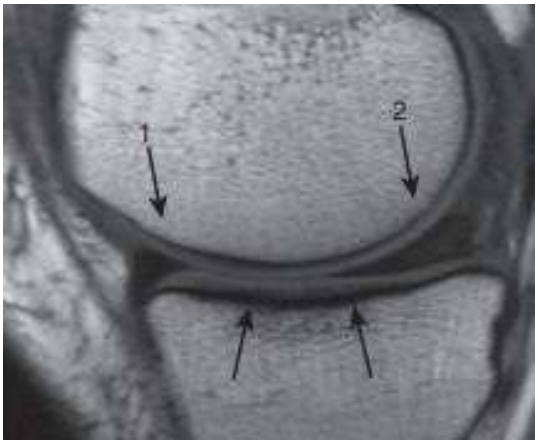


Figure 90 : IRM en coupe sagittale en pondération T1 montrant le ménisque interne en hyposignal, avec la corne antérieure (flèche 1) et la corne postérieure (flèche 2) asymétriques.

e. Les ligaments croisés : [37],[39],[42]

Les ligaments croisés comblent en grande partie l'échancrure inter-condylienne, tapissés par la synoviale qui s'insère entre eux. Ils sont situés de manière intra-articulaire et extra-synoviale.

Le LCA :

- Décrit en fine bande en hyposignal T1 et T2 plus modéré que le LCP.
- Composé de 2 ou 3 faisceaux de trajet rectiligne.

- Sur le fémur, son insertion est verticale sur la face condylienne du condyle externe.
- Sur le tibia, il s'insère sur la surface tibiale pré-spinale, en arrière de l'insertion du ménisque interne. Cette insertion est plus large et solide que l'insertion fémorale.
- L'obliquité par rapport à l'axe du fémur est d'environ 30° genou en extension, de ce fait il est parfois impossible de le visualiser dans son entièreté sur une seule coupe sagittale. L'interprétation de sa continuité doit être prudente pour éviter les écueils diagnostiques.
- Au niveau de la partie proximale du LCA, un effet de volume partiel avec le condyle fémoral latéral peut simuler une fausse image de déchirure ligamentaire ou de lésion intramédullaire osseuse.

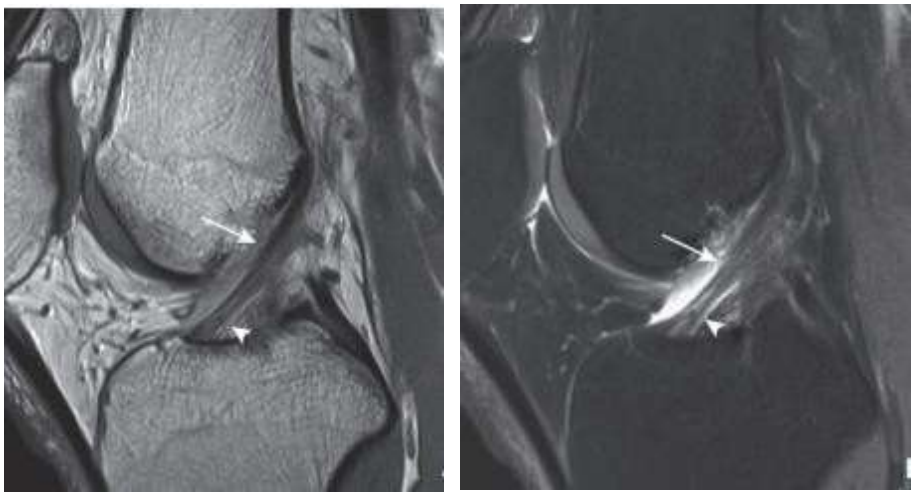


Figure 91 : IRM en coupe sagittale DP sans (1) et avec (2) saturation de graisse montrant le LCA en fine bande rectiligne de signal faible avec aspect fasciculé au niveau de son insertion tibiale.

Figure 92 : Coupe coronale en DP montrant le LCA

Figure 93 : Coupe sagittale en séquence pondérée T1 montrant l'effet de volume partiel au niveau de l'insertion du LCA entraînant une fausse lésion intramédullaire osseuse en hyposignal (flèche noire).
Flèche 1 : tendon quadricipital
Flèche 2 : tendon patellaire

Le LCP :

- Son aspect est plus large et plus épais que celui du LCA. Décrit en hyposignal homogène sur toutes les séquences.
- Son insertion fémorale : face axiale du condyle médial à la partie antérieure.
- Son insertion tibiale : au niveau de l'espace rétrospinal.

- Son trajet est courbé dans le plan sagittal et oblique dans le plan coronal.

Figure 94 : IRM en coupe sagittale DP montrant le LCP normal en hyposignal homogène

f. Les ligaments collatéraux : [29], [39], [42]

Ils sont étudiés sur les coupes coronales et axiales. Ils présentent un hyposignal qui permet de les distinguer des tissus graisseux environnants.

Le LCM (Ligament Collatéral Médial) :

Il se compose de 2 faisceaux :

- **Faisceau profond** : Adhère totalement au bord libre du ménisque médial.
- **Faisceau superficiel** : S'élargit de son insertion fémorale à son insertion tibiale. Il est séparé du faisceau profond par une couche de graisse, pouvant expliquer un hypersignal en T2 à ce niveau.

Le LCL (Ligament Collatéral Latéral) :

Il est visualisé de façon fragmentée compte tenu de son trajet oblique en bas et en arrière vers la tête du péroné.

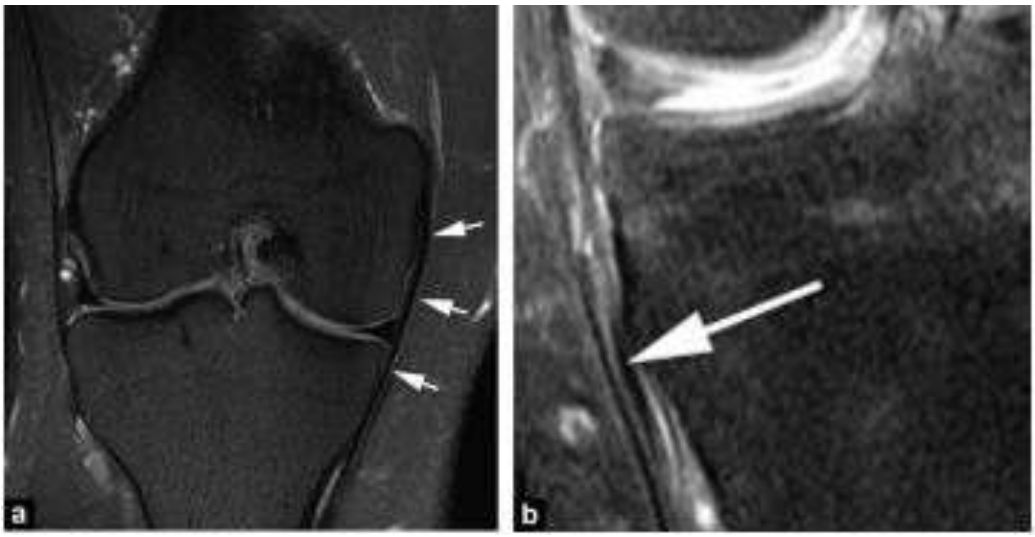


Figure 95 : IRM en coupes coronales en DP FAT SAT
(a) LCM fortement uni au LCM (flèches blanches).
(b) Fine couche de graisse hyperintense séparant les deux faisceaux du LCM.

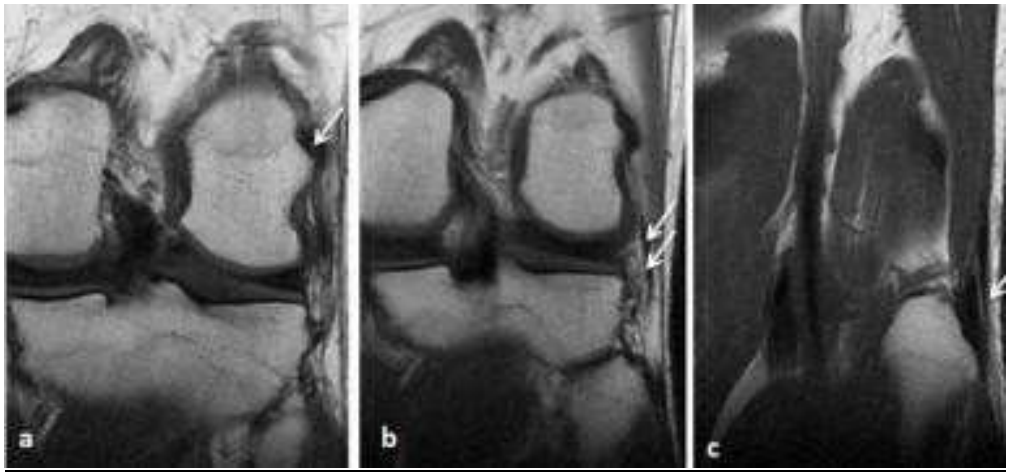


Figure 96 : IRM en coupes coronales (a, b, c) en T1 FSE : LCL
(a) Insertion sur le condyle fémoral externe (flèche).
(b) Trajet oblique en bas et en arrière (flèches).
(c) Insertion sur la tête fibulaire (flèche).

g. Les images pièges : [39], [43]

g.1. Insertion capsulaire :

La zone richement vascularisée de la base du ménisque apparaît en signal intermédiaire, à limites irrégulières. Ces aspects peuvent évoquer une désinsertion ménisco-capsulaire, notamment de la corne postérieure du ménisque interne.

g.2. Freins méniscaux :

Il ne faut pas confondre les insertions ligamentaires prolongeant les ménisques avec les ménisques eux-mêmes. L'insertion de la corne antérieure du ménisque externe et le point de naissance du ligament transverse, notamment, sont concernés. Le frein méniscal externe (insertion du ménisque externe sur le LCP et dans l'échancrure) peut réaliser une image de pseudo-fragment central, à la jonction du segment moyen et de la corne postérieure. L'étude de cette dernière sur les coupes sagittales consécutives permet de la reconnaître et d'éliminer une lésion.

La zone d'attache tibiale de la corne antérieure du ménisque interne peut être arrondie ou oblongue sur les coupes où apparaît encore la corne postérieure du ménisque sur toute sa longueur. Ces images ne doivent pas être confondues avec une corne antérieure tronquée ou émoussée.

g.3. Drapé méniscal ou plissure méniscale :

Il s'agit d'une ondulation du ménisque sur les coupes sagittales, en « S », évoquant un « tapis au bord froissé ». Cette déformation, qui témoigne de la plasticité méniscale physiologique, est rarement rencontrée, et sur le ménisque interne essentiellement. Il n'existe pas d'anomalie de signal intraméniscal associée.

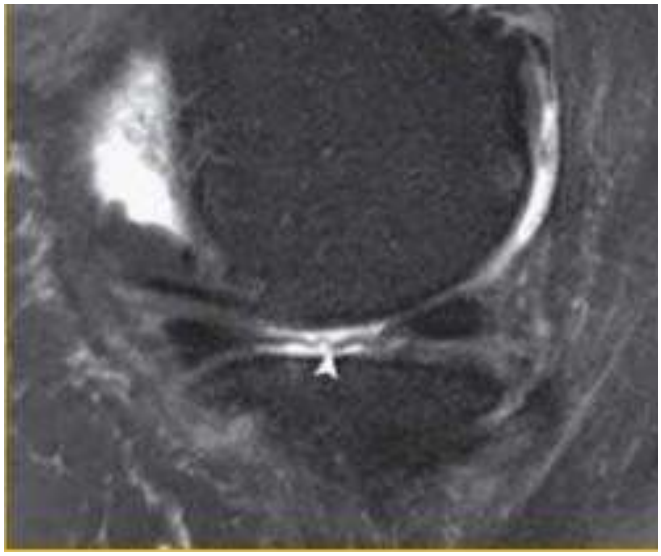


Figure 97 : IRM en coupe sagittale montrant l'image du drapé méniscal (flèche blanche).

g.4. Ménisque zébré :

Les fibres du LCA, en venant s'insérer sur le ménisque externe, peuvent occasionner des images linéaires, striées, sur la (ou les deux) première(s) image(s) sagittale(s) la (les) plus médiale(s).

g.5. Artère géniculée latérale inférieure :

Cette artère naît de l'artère poplitée au niveau de l'articulation tibio-fémorale puis passe sur le bord externe du genou et va s'anastomoser en avant avec d'autres artères géniculées. Elle chemine le long du ménisque externe entre celui-ci et le ligament collatéral latéral. Il arrive que l'espace situé entre l'artère et le ménisque donne lieu à une pseudo-fracture de la corne antérieure. L'examen des coupes sagittales successives permet de suivre cette image et de la rattacher à une structure vasculaire.

Figure 98 : Rapport anatomique de l'artère géniculée et de la corne antérieure du ménisque externe.

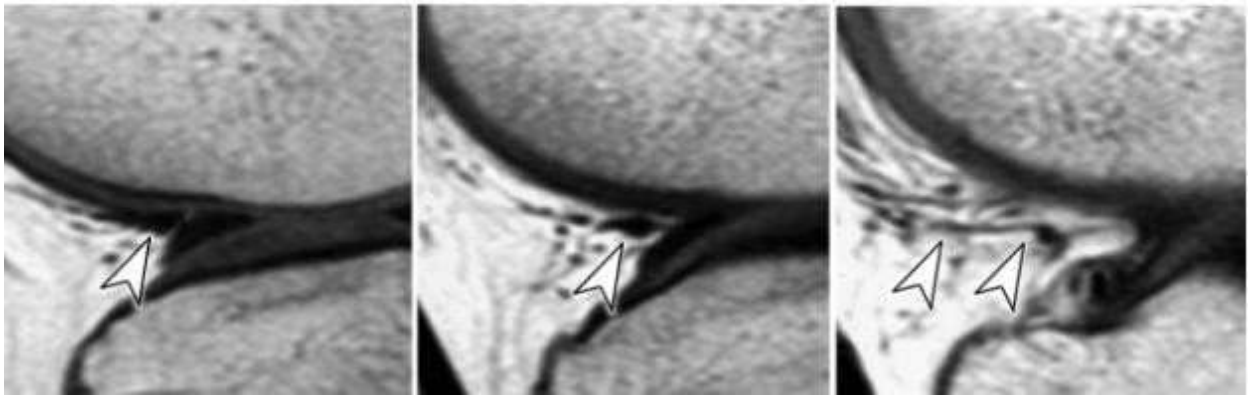


Figure 99 : Coupes sagittales en pondération T1 montrant les rapports anatomiques étroits de l'artère géniculée (têtes de flèches) avec la corne antérieure du ménisque externe, pouvant imiter une fissure. L'étude des coupes successives permet d'identifier cette relation.

g.6. Tendon poplité :

Situé entre la capsule et le ligament collatéral latéral d'une part, et le ménisque d'autre part, la bourse du tendon poplité forme une image linéaire verticale oblique en hypersignal au niveau de la corne postérieure du ménisque externe. Elle peut simuler une désinsertion périphérique ou une fissure verticale.

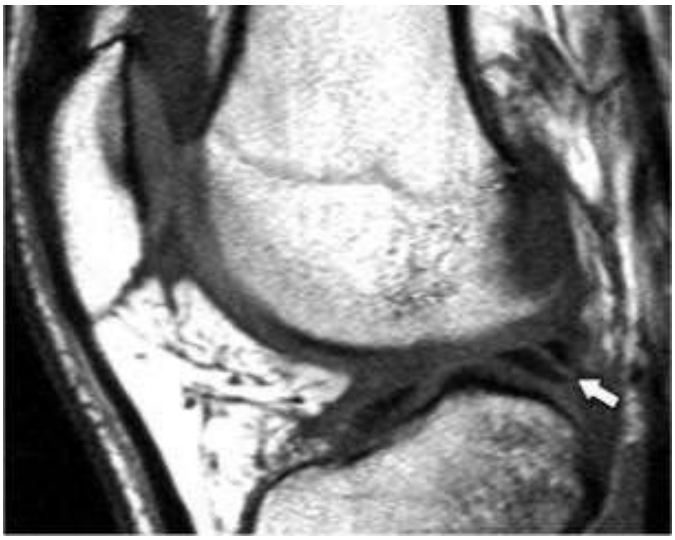


Figure 100 : Coupe sagittale, pondération T1 : pseudofissure verticale oblique (flèche) de la corne postérieure du ménisque externe en rapport avec le passage du tendon poplité.

g.7. Ligament collatéral médial :

La lame graisseuse qui sépare le ligament collatéral médial de la périphérie du ménisque peut simuler une désinsertion sur les coupes frontales en pondération T1. Par ailleurs, une bourse présente dans environ 90 % des cas sépare la périphérie du ménisque du ligament latéral interne ; la présence de liquide dans cette bourse peut également simuler une désinsertion méniscocapsulaire.

g.8. Ligament transverse antérieur ou jugal :

Il relie la corne antérieure du ménisque externe à la corne antérieure du ménisque interne. Sa prévalence est de l'ordre de 50 à 60 %. Il existe des variantes dans ses insertions qui peuvent être capsulaires ou méniscales. Sur les coupes sagittales, il peut simuler une fissure oblique de la corne antérieure du ménisque interne ou, plus rarement, celle du ménisque externe lorsqu'il s'écarte de la corne méniscale.

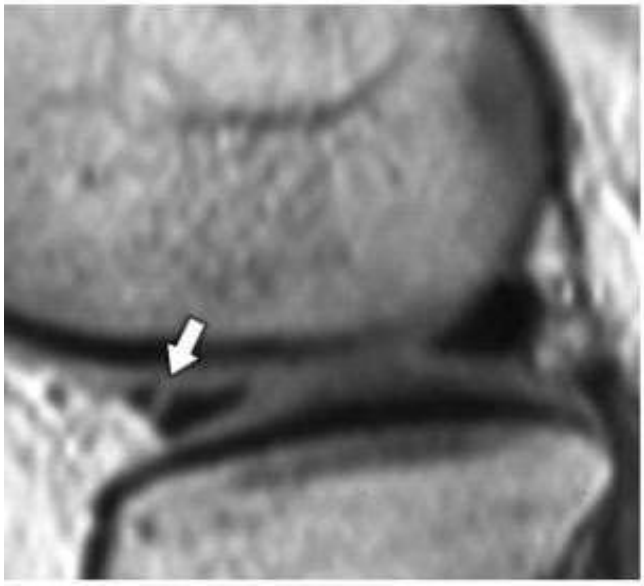


Figure 101 : Coupe sagittale, pondération T1 : ligament transverse déterminant une pseudofissure (flèche) de la corne antérieure du ménisque externe.

g.9. Ligament méniscofémoral:

Il est tendu de la corne postérieure du ménisque externe au condyle fémoral interne, présent dans 50 à 75 % des cas. Il peut être formé d'un ou de deux ligaments, différenciés selon leur situation par rapport au LCP : en avant (ligament de Humphrey) ou en arrière (ligament de Wrisberg) de celui-ci.

Le ligament de Wrisberg est le plus constant. En coupes sagittales, la présence d'une bande d'hypersignal entre ce ligament et la corne postérieure du ménisque externe peut simuler une fissure oblique.

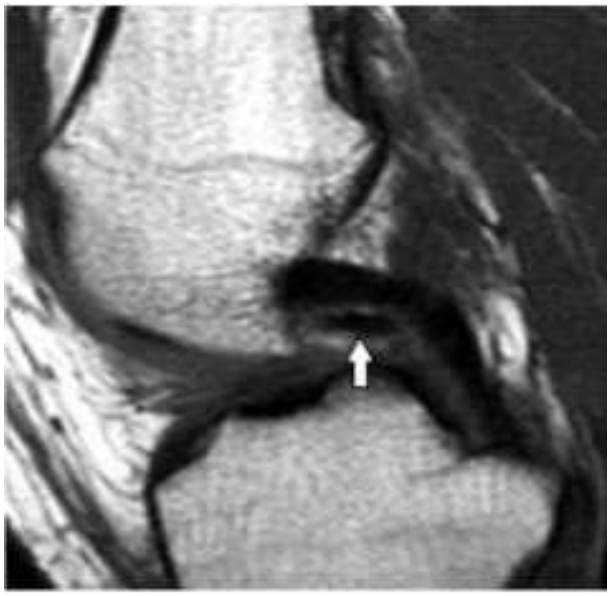


Figure 102 : Coupe sagittale, image en aspect de « double ligament croisé postérieur», qui n'est pas le fait d'une lésion de seau mais du passage du ligament méniscofémoral antérieur de Humphrey (flèche).

Figure 103 : IRM en coupe sagittale montrant le passage du ligament méniscofémoral postérieur (ligament de Wrisberg) (flèche noire).

g.10. Ligament interméniscal oblique :

Présent dans 1 à 4 % des cas, il passe entre le LCA et le LCP dans l'échancrure, reliant une corne antérieure à la corne postérieure controlatérale. Il peut être soit médial (entre la corne antérieure du ménisque interne et la corne postérieure du ménisque externe), soit latéral (entre la corne antérieure du ménisque externe et la corne postérieure du ménisque interne). Il peut en imposer pour une anse de seau (aspect de double LCP) ou une languette méniscale luxée dans l'échancrure.

Figure 104 : Schéma montrant le ligament interméniscal oblique (flèche noire). IRM en coupe axiale et sagittale montrant le ligament interméniscal médial oblique (flèche jaune).

g.11. Ligament interméniscal postérieur : Peu fréquent, il relie la corne postérieure du ménisque interne et la corne postérieure du ménisque externe.

g.12. Encoche condylienne : La présence, de façon inconstante mais fréquente, d'une encoche (rainure ou incisure) condylotrochléenne donne une empreinte au niveau de l'os sous-chondral, avec une profondeur < 2 mm, de la jonction entre la trochlée et le condyle fémoral latéral. Cette encoche présente un aspect continu de la couche cartilagineuse au sein de l'incisure, sans œdème osseux médullaire (figure 105).

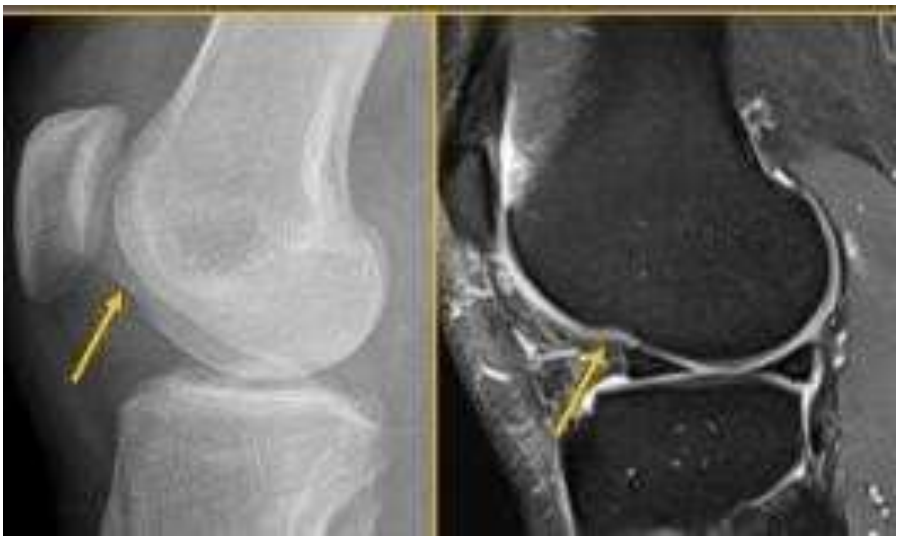


Figure 105 : Encoche condylienne physiologique.

À ne pas confondre avec une fracture-impaction ostéochondrale du condyle fémoral latéral associée à une rupture du LCA. Dans ce cas, la profondeur de la lésion est supérieure à 2 mm (voir Figure 106), avec interruption ou impaction ostéochondrale et présence d'un œdème médullaire en phase aiguë.

Figure 106 : Fracture impaction ostéochondrale du condyle fémoral dans le cadre d'une rupture du LCA.

Délais de réalisation de l'IRM : [44]

Le moment opportun pour réaliser une IRM doit tenir compte de plusieurs paramètres :

1. **Distinction au stade aigu :** La distinction entre une atteinte partielle ou complète peut être difficile en raison de l'importante quantité d'épanchement hématique qui entoure le LCA.
2. **Distinction au stade tardif :** Il est également difficile de différencier une structure ligamentaire intacte d'une structure fibro-cicatricielle au stade très tardif.

Le compromis idéal est de réaliser l'IRM environ 3 à 4 semaines après le traumatisme, sachant que, en cas de traitement chirurgical, celui-ci est généralement effectué 6 à 8 semaines après le traumatisme initial. Rarement, une chirurgie peut être réalisée plus tôt chez les sportifs de haut niveau ou chez les patients présentant une lésion méniscale de type anse de seau ou une lésion du point d'angle postérolatéral. Une chirurgie en urgence est envisagée en cas d'avulsion du massif spinal, plus fréquent chez l'enfant.

4.6. Sémiologie IRM des lésions ménisco-ligamentaires :

a. Les lésions méniscales : [39],[42]

Les lésions méniscales se manifestent par :

- Une anomalie de forme
- Une anomalie de position
- Une anomalie de signal du ménisque

Les lésions méniscales se traduisent par un hyper signal intra-méniscal avec ou sans communication avec la cavité articulaire, et peuvent affecter au moins l'une des deux surfaces méniscales. La description de ces lésions repose sur leur orientation et leur topographie.

Les signaux intraméniscaux sont classés par Crues et Stoller en trois grades (figure 107) :

- **Grade I :** Hyper signal ponctiforme ou nodulaire, unique ou multiple, mais ne s'étendant pas aux surfaces articulaires du ménisque.
- **Grade II :** Hyper signal linéaire intraméniscal, n'atteignant pas la surface articulaire mais pouvant se prolonger vers la région d'insertion ménisco-capsulaire.
- **Grade III :** Hyper signal linéaire étendu à au moins une des deux surfaces articulaires méniscales. Il peut s'agir d'une lésion linéaire simple ou de morphologie complexe avec des traits de refend.

Si l'hyper signal n'atteint pas de façon évidente la surface articulaire du ménisque, il doit être considéré comme de grade II. Une lésion de grade III est significative seulement si elle est présente sur au moins deux coupes (adjacentes ou orthogonales).

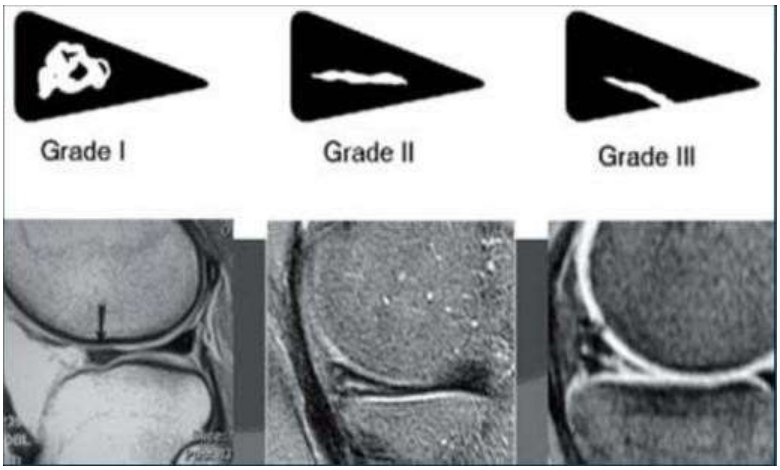


Figure 107 : Aspect IRM des lésions méniscales selon la classification Crues et Stoller.

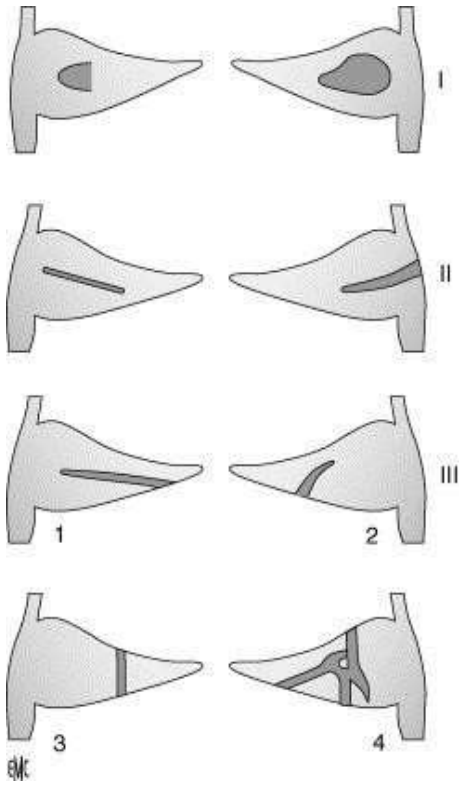


Figure 108 : Classification IRM des lésions méniscales

Stade I : hyper signal nodulaire ou ponctiforme intra-méniscal.

Stade II : hyper signal linéaire intra-méniscal.

Stade III : hyper signal linéaire ou irrégulier étendu à au moins une surface méniscale:

1. Horizontal
2. Oblique

3. Vertical

4. Complexe

Contusion méniscale :[39]

Souvent décrite dans un contexte de traumatisme aigu par impaction du ménisque entre fémur et tibia. Elle se traduit par un hypersignal mal défini, informe, globuleux, plutôt périphérique, contigu à la surface articulaire méniscale et pouvant atteindre la surface articulaire, mais d'aspect non linéaire (figure 109). Il existe fréquemment une contusion osseuse au contact, et souvent une atteinte du LCA.

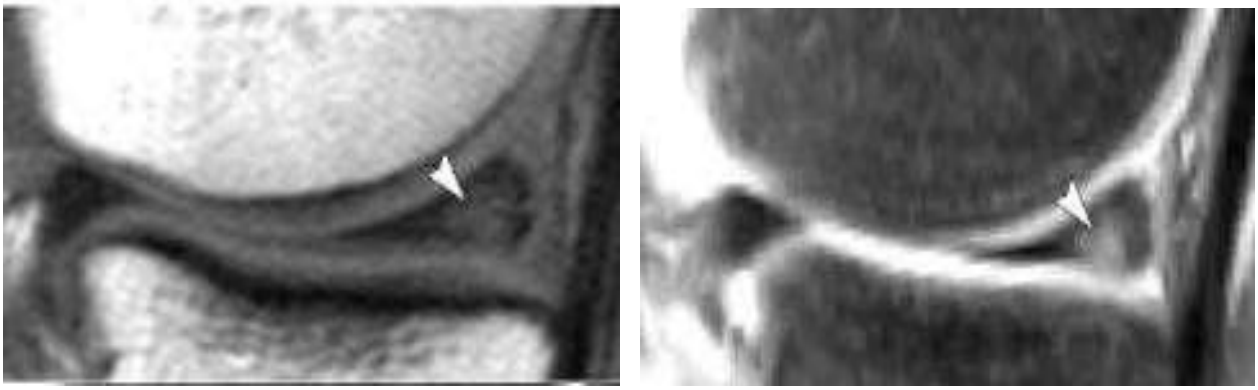


Figure 109 : Contusion méniscale : hypersignal globuleux, mal défini, de la corne postérieure du ménisque interne, à moins de 1 semaine du traumatisme initial. Coupes sagittales en T1 et densité de protons avec suppression de graisse. [39]

Fissures simples et complexes :[29],[42],[45]

Fissures horizontales : Elles se révèlent par un hypersignal horizontal ouvert dans la cavité articulaire à proximité du bord libre. Peut être associée à un kyste méniscal.

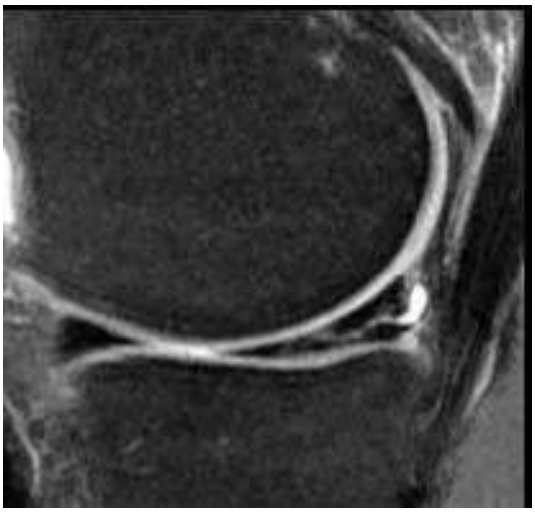


Figure 110 : IRM, coupe sagittale DP : image d'une fissure horizontale [46].

Fissures verticales longitudinales :

Elles se révèlent par un hypersignal divisant le ménisque en un segment médial et un segment latéral. Si elle est complète, le segment médial peut migrer dans l'encoche intercondylienne et produire l'aspect classique de la lésion en « anse de seau » ou rejoindre le bord libre en détachant une languette en bec de perroquet.

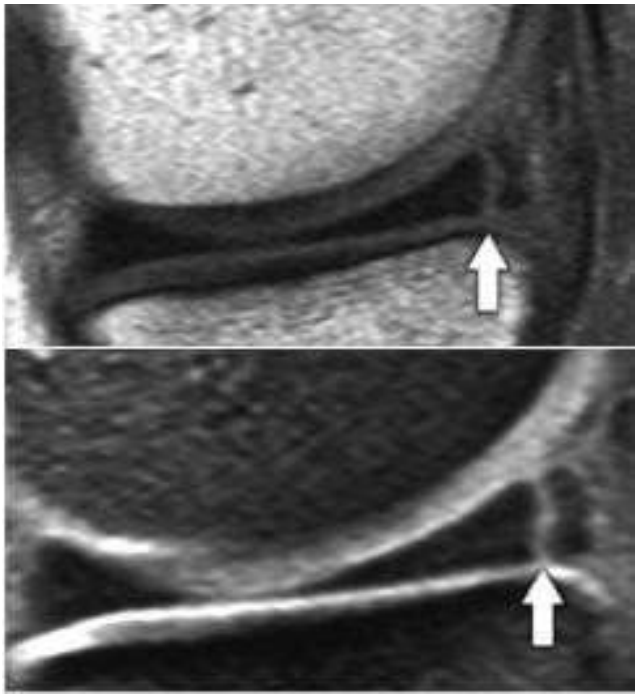


Figure 111 : Coupes sagittales, pondérations T1 et T2 avec suppression de graisse. Anomalie du signal intra-méniscal : hypersignal linéaire de grade III témoignant d'une fissure périphérique verticale complète (flèche) de la corne postérieure du ménisque interne.

Fissures verticales radiaires : Les fissures radiales sont révélées en IRM par quatre signes :

- **Signe de la fente** : hypersignal linéaire vertical sur une coupe coronale ou sagittale.
- **Signe du triangle tronqué** : amputation abrupte du sommet du triangle (bord libre du ménisque). (Figure 113)
- **Signe de la fente en marche** : signe de la fente visualisé du bord libre à la périphérie du ménisque sur les coupes adjacentes.
- **Signe du ménisque fantôme** : disparition du ménisque sur une ou plusieurs coupes sagittales et/ou coronales contiguës. Le triangle méniscal est remplacé par un hypersignal puis réapparaît en hyposignal sur les coupes adjacentes.

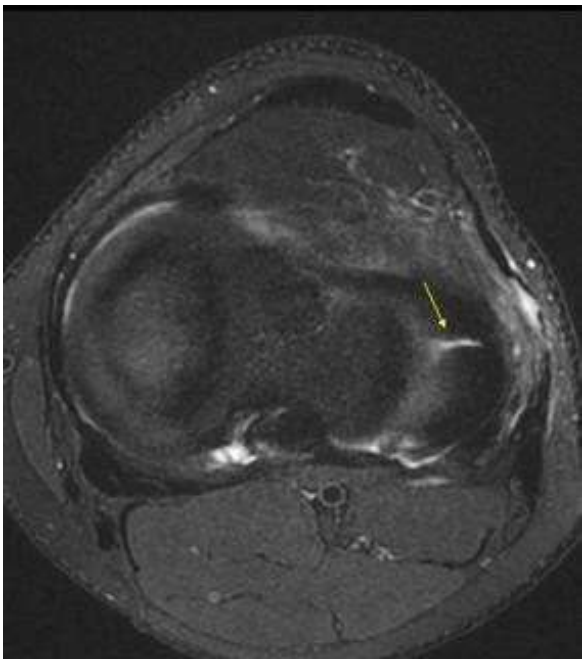


Figure 112 : IRM, coupe axiale : fissure radiale (flèche jaune).

Figure 113 : IRM, coupe sagittale DP : fissure radiale : amputation de l'aspect normal d'un nœud papillon (flèche), aspect du triangle tronqué.

Fissures verticales obliques : Fissure dont la localisation dans l'épaisseur du ménisque varie selon la coupe.

- Si la fissure est oblique par rapport au plan de la coupe : elle apparaît sous forme d'une fine fissure verticale progressant de l'apex jusqu'à la périphérie du ménisque.

Désinsertion capsulo-ligamentaire : Les décollements du ménisque résultent d'une violente lésion au valgus et sont dus à la rupture des attaches capsulaires du ménisque. Ceux-ci tendent surtout à affecter la corne postérieure du ménisque médial adhérant à la capsule articulaire par un épaississement de la capsule (ligament oblique postérieur). Elles entraînent un déplacement supérieur du ménisque de 5 mm à partir du bord postérieur du plateau tibial sur des images sagittales ou un hypersignal T2 (liquide) interposé entre la base du ménisque et le plan de la capsule. (Figure 114) (Figure 115)

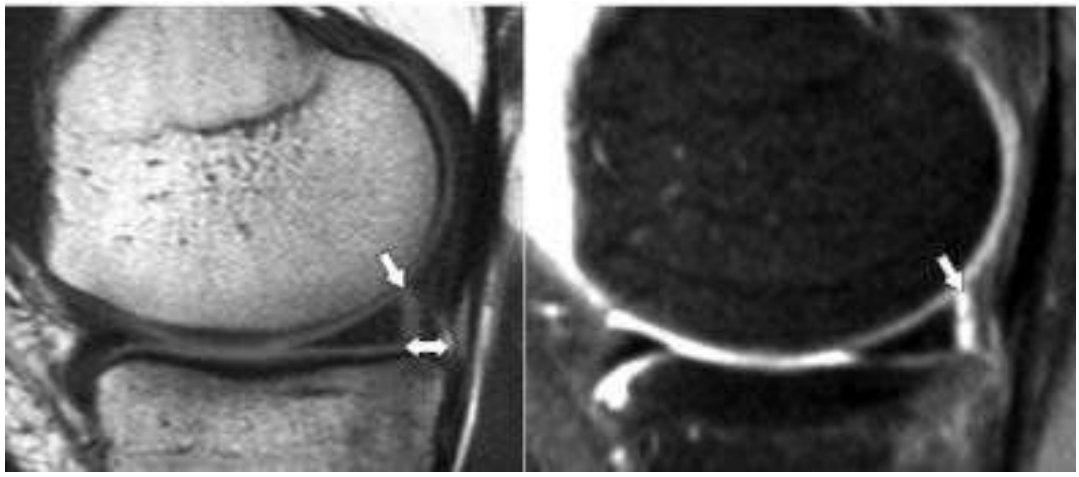


Figure 114 : Désinsertion méniscocapsulaire : liquide en hypersignal T2 interposé entre la capsule et la corne postérieure du ménisque interne (flèche), cette dernière apparaissant décalée vers l'avant de plus de 5 mm (double flèche). Coupes sagittales, pondérations T1 et densité de proton suppression de graisse. [39]

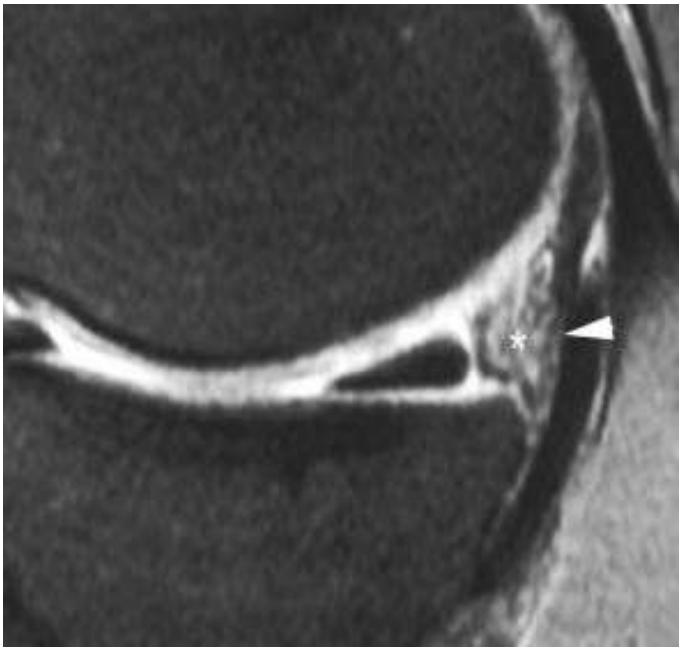


Figure 115 : Décollement de la corne postérieure du ménisque. IRM en coupe sagittale DP. Le ménisque détaché est déplacé vers l'avant. Image en hypersignal (*) entre la base du ménisque et la capsule postérieure (pointe de flèche). [29]

Fissures complexes : Elles n'ont pas de description définie, mais impliquent plusieurs fissures horizontales et verticales.

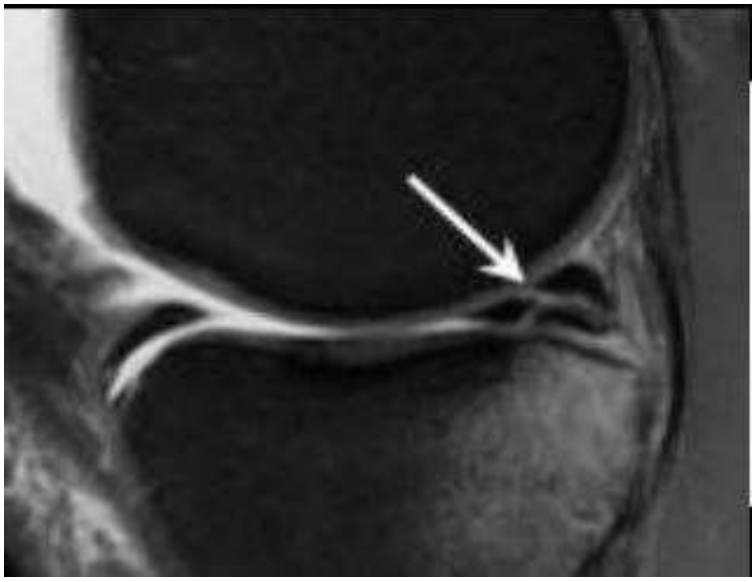


Figure 116 : IRM, coupe sagittale : fissure complexe de la corne postérieure du ménisque interne. [46]

Migration du fragment méniscal : [39],[47],[48]

L'anse de seau :

Complication du déplacement du bord libre des fissures verticales longitudinales transfixiantes. La visualisation directe du fragment migré dans l'espace inter-condylien reste le signe le plus constant.

- **Signe du « double ligament croisé postérieur (LCP) »** : 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 hyposignal parallèle au ligament croisé postérieur normal, donnant l'aspect d'un « double LCP ». (Figure 117)
- **Signe du serpent** : Visualisation d'une bande en coupe sagittale allant de la corne postérieure à la corne antérieure. (Figure 120)

- **Mégacorne** : Une corne antérieure trop grande, « mégacorne » (supérieure à 6 mm), peut également traduire la présence d'une anse de seau. Le fragment méniscal luxé est alors accolé à la corne antérieure saine. (Figure 118)
- D'autres signes ont été validés en IRM comme le signe du nœud papillon absent et le signe du ménisque basculé (flipped meniscus sign).

Figure 117 : IRM en coupe sagittale DP : anse de seau du ménisque médial luxée en intra-articulaire formant l'image de double LCP.

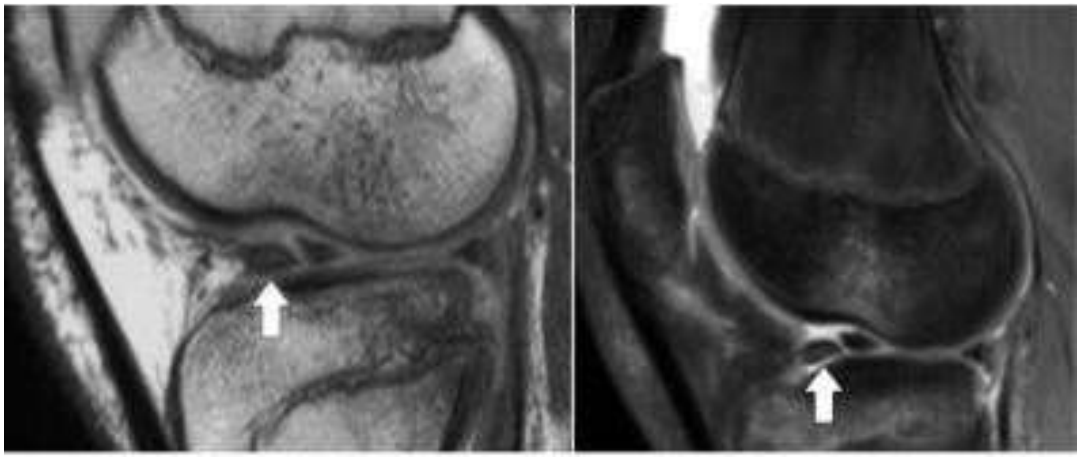


Figure 118 : Coupes sagittales, pondérations T1 et DP FAT SAT. Anse de seau luxée : aspect de « double corne antérieure » du ménisque externe, le fragment méniscal (flèche) étant luxé en avant de la corne antérieure. Noter également la nette diminution de taille de la corne postérieure, ainsi que la contusion osseuse associée, en regard de la rainure condylotrochléenne.

Figure 119 : Coupe frontale, pondération densité DP FAT SAT. Anse de seau luxée, le fragment luxé (flèche large) est apparent dans l'échancrure, et le segment périphérique du ménisque (flèche étroite) apparaît tronqué.

Figure 120 : Coupe sagittale : bande de signal méniscal joignant la corne postérieure à la corne antérieure, mais ne se plaçant pas sous le LCP et réalisant le signe du serpent. [49]

Languette méniscale :

C'est une association d'une fissure longitudinale et d'une fissure radiaire ou le résultat de la rupture d'une attache d'une anse de seau, produisant une languette qui reste solidaire du ménisque par un pédicule. L'œdème osseux focal du rebord tibial ou du condyle fémoral constitue un signe indirect résultant d'un conflit ostéo-méniscal.

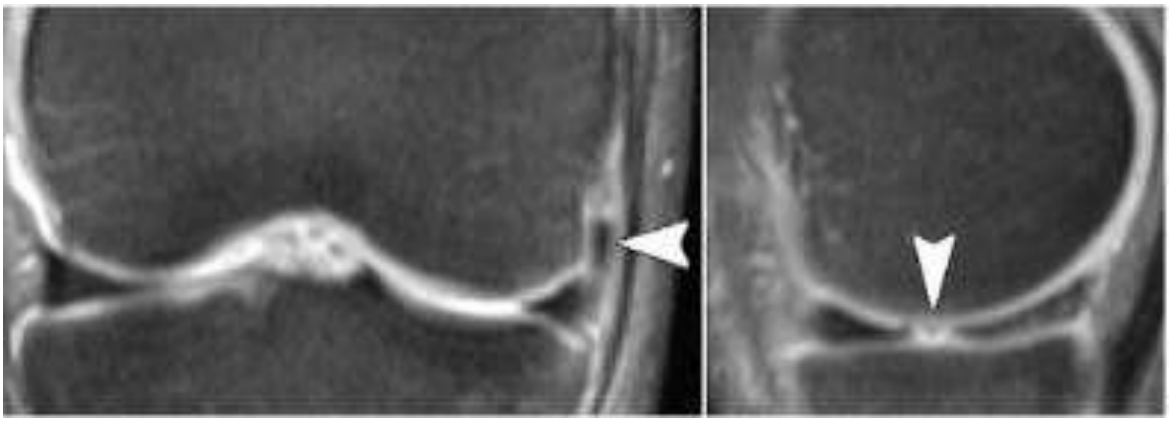


Figure 121 : Languette méniscale : fissure horizontale détachant une languette déplacée dans le récessus supérieur, au contact du condyle fémoral (tête de flèche). La perte de substance méniscale est bien visible sur la coupe sagittale, avec disparition du « nœud papillon » correspondant au bord libre du segment moyen du ménisque. Pondération densité de protons suppression de graisse. [39]

Fragment libre :

Le diagnostic de fragment méniscal libre intra-articulaire doit être concordant avec l'aspect méniscal et associé à un aspect amputé du ménisque pathologique. La présence d'un corps étranger intra-articulaire peut être d'une autre nature.

Fragment retourné :

Kyste méniscal [39],[50] :

Il résulte d'une accumulation liquidienne et/ou mucoïde à la jonction ménisco-capsulaire. Il est en règle associé à une lésion méniscale de type clivage horizontal.

En IRM, le kyste apparaît bien délimité et présente parfois des cloisons internes. Son signal en séquence pondérée en T1 est faible, de type liquidien ou intermédiaire lorsque le kyste présente une forte concentration protéique. Il présente un hypersignal franc sur les séquences pondérées en T2 ou suppression de graisse.

Figure 122 : Coupe frontale, pondération densité de proton suppression de graisse : kyste méniscal, hypersignal liquidien bien délimité du ménisque interne (flèche).

Méniscose (ménisque dégénératif) : [39]

Liée à la dégénérescence myxoïde intra-méniscale. Elle donne lieu à des hypersignaux étendus de grade I ou II, et diminue la spécificité des hypersignaux de grade III, limitant la fiabilité de l'IRM en cas de fissure traumatique surajoutée.

- **Surfaces articulaires** : Irrégulières, floues, ou ondulées.
- **Lésions du bord libre** : Il est émoussé, frangé, voire amputé. Un ménisque raccourci dégénératif ne doit cependant pas faire méconnaître un fragment méniscal déplacé (languette ou anse de seau).
- **Subluxation** : Les lésions dégénératives peuvent conduire à une expulsion du ménisque, souvent associée à un épanchement.

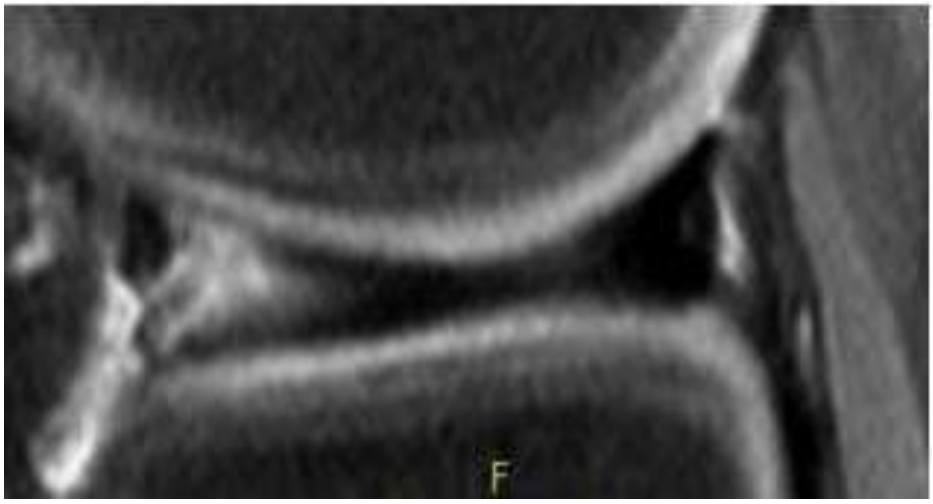


Figure 123 : IRM, coupe sagittale de densité de protons avec saturation de graisse : aspect dégénératif du ménisque (zone hyperintense sans véritable fissure vue). [29]

Ménisque discoïde : [51]

L'IRM du genou est l'examen de référence permettant de confirmer ce diagnostic grâce à des critères bien établis :

- **Diamètre transversal mesuré dans le plan coronal (longueur) > 14 mm:** ménisque anormalement épais, s'étendant parfois jusqu'à l'échancrure intercondylienne.
- **Ménisque visible sur plus de 3 coupes sagittales contiguës d'une épaisseur de 5 mm :** traduisant la continuité entre la corne antérieure et postérieure, donnant une « image en nœud papillon ».
- **Différence de hauteur de plus de 2 mm entre le ménisque pathologique et le ménisque normal.**

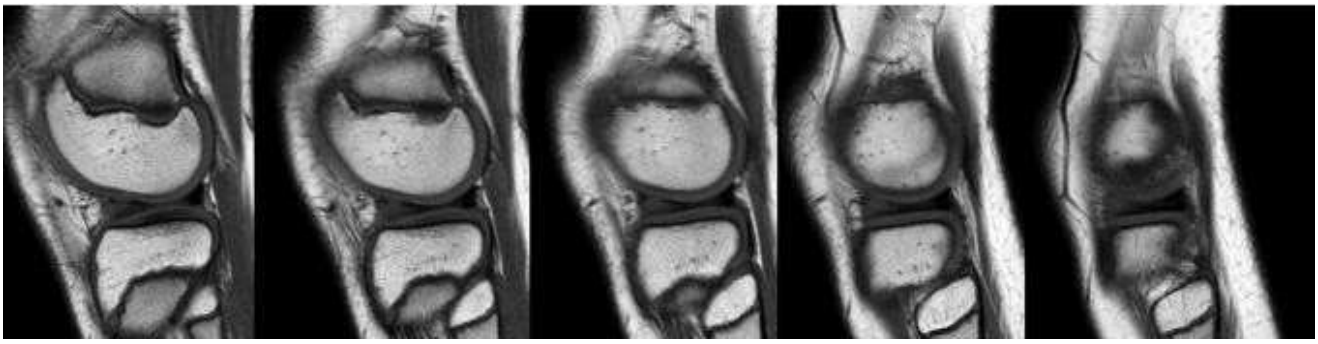


Figure 124 : Ménisque latéral discoïde. Images sagittales pondérées en T1. Continuité des cornes antérieures et postérieures sur 3 coupes fixes contiguës de 5 mm. Notez la dégénérescence myxoïde de la corne antérieure dans ce ménisque discoïde. [29]

Dans notre série, l'IRM a diagnostiqué une atteinte méniscale chez 44 patients (73 % des patients de notre série). Chez 35 d'entre eux (soit 79 % des patients porteurs de lésions méniscales), ces lésions siègent au niveau du ménisque interne. En revanche, le ménisque externe a présenté une lésion chez 16 patients (36 % des cas).

Cela a également été rapporté dans la littérature, où plusieurs séries ont trouvé une nette prédominance de l'atteinte du ménisque médial par rapport au latéral.

Tableau XXIII : Répartition des lésions méniscales selon le ménisque atteint dans la littérature

Auteur	% lesions du ménisque interne	% lesions du ménisque externe
Tizniti et al [52]	63%	57%
Margad et al [12]	76%	50%
Ahmed khanet al [1]	76%	19%
Orlando junior et al[11]	63%	26%
Messaoudi [53]	54%	26%
Notre série	79%	36%

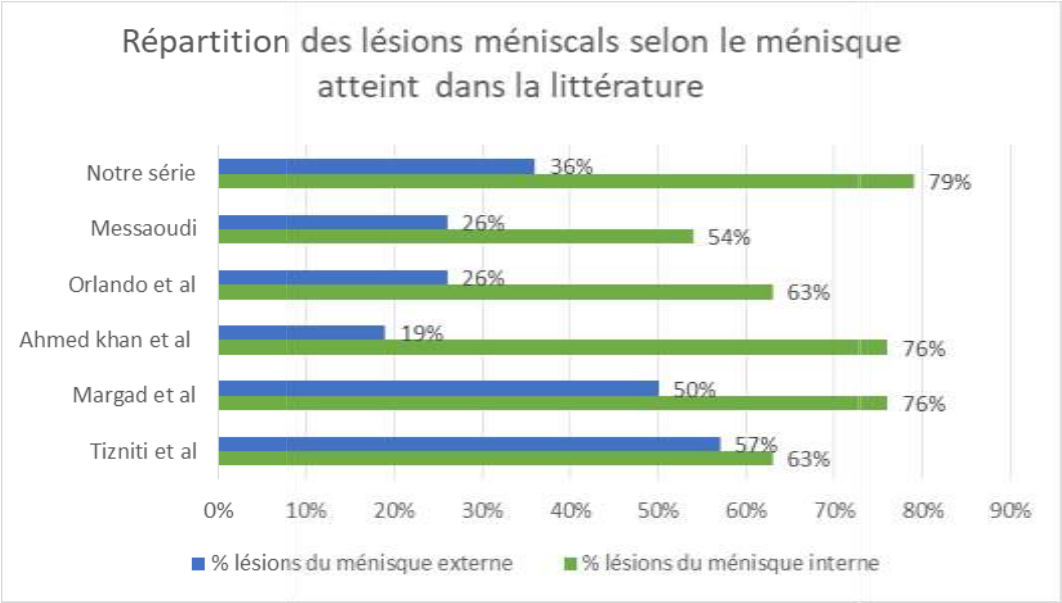


Figure 125 : Répartition des lésions méniscales selon le ménisque atteint dans la littérature.

La partie la plus atteinte dans notre série est la corne postérieure, ce qui concorde avec les résultats de Tizniti [52], Margad [12] et Messaoudi [53].

La fissure constitue la lésion la plus fréquente dans notre série ainsi que dans d'autres séries de la littérature [12], [52], [53].

Concernant la classification des lésions selon Crues et Stoller, le grade III est le dominant dans notre série, ce qui concorde avec les résultats de Tizniti [52], contrairement aux résultats de Margad [12] et Messaoudi [53] qui ont trouvé une prédominance des lésions de grade II, suivies par les lésions de grade III.

LCA :

Les lésions ligamentaires :

Ruptures totales [39],[54]-[56]

Les signes directs de rupture du ligament croisé antérieur (LCA) :

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. Le LCA est visualisé, puis il existe une interruption des fibres. Parfois, le contingent ligamentaire distal bascule en avant dans la fosse intercondylienne en « battant de cloche » (Figure 126) 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 seau 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. Elle est bien objectivée sur les coupes sagittales : divergence de plus de 15° par rapport au toit de la fosse intercondylienne, angulation inférieure à 45° par rapport au plateau tibial. La rupture siège le plus souvent dans la portion proximale du LCA, dont le moignon distal s'horizontalise et parfois s'accole au LCP (mise en « nourrice »). La cicatrisation en « nourrice » du LCA, posée sur le LCP, constitue une évolution possible qui limite partiellement la laxité. (Figure 127)

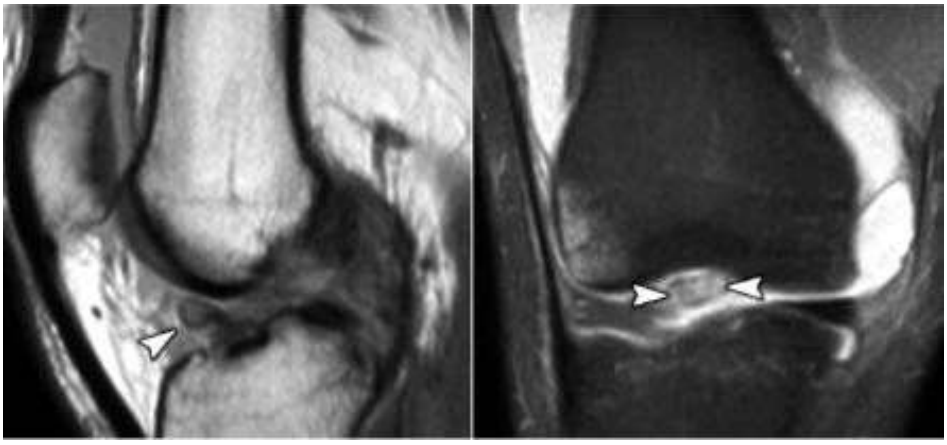


Figure 126 : Coupes sagittales T1 et frontale DP FAT-SAT : rupture du ligament croisé antérieur en « battant de cloche » : le moignon distal du ligament, tuméfié, est rabattu vers l'avant (têtes de flèches).

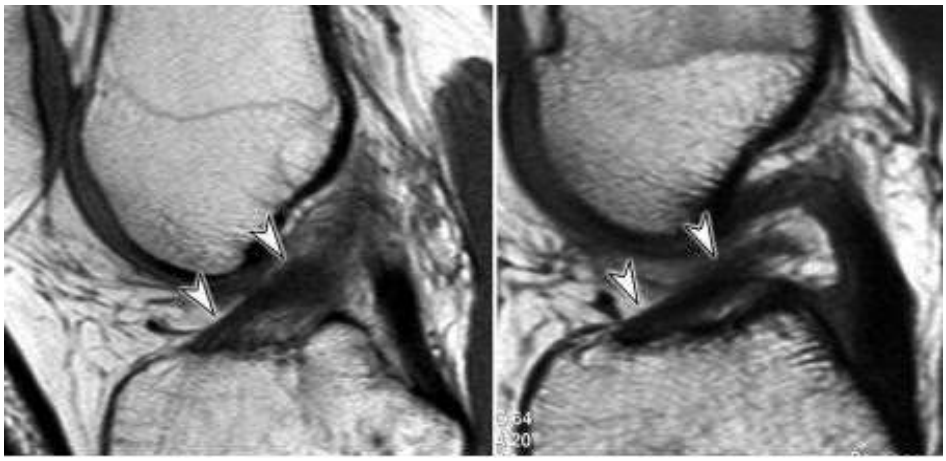


Figure 127 : Coupes sagittales en pondération T1 : rupture complète du ligament croisé antérieur, aspect discontinu et horizontalisé de la portion distale du ligament (têtes de flèches), chez deux patients différents.

D'autres signes sont classés parmi les signes directs, bien que semblant moins spécifiques que les deux signes décrits précédemment :

- Un hypersignal intraligamentaire focal ou diffus du LCA (Figure 128)
- Une masse mal définie signalant un anomalie dans la fosse intercondylienne (Figure 129)
- Des contours irréguliers, flous, mal définis, et un épaississement du LCA (Figure 130)
- L'absence complète de visualisation du LCA

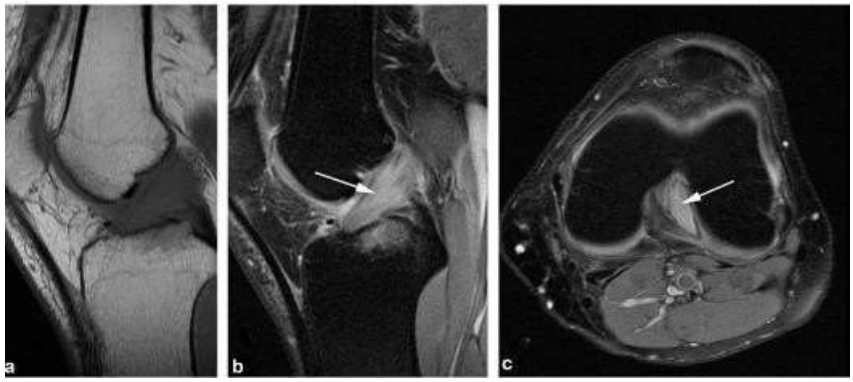


Figure 128 : Rupture partielle du ligament croisé antérieur. IRM en coupes sagittales pondérée en T1 (a), PD FAT-SAT (b) et coupe axiale PD FAT-SAT (c). Rupture aiguë du LCA causant un œdème sévère du ligament, hyposignal T1 et hypersignal DP FAT-SAT (flèches). [29]

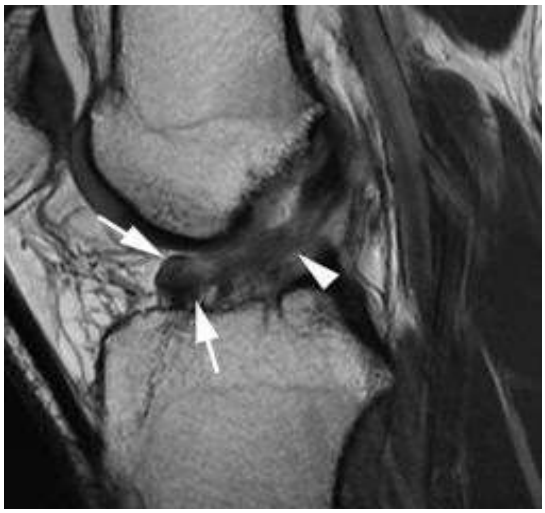


Figure 129 : IRM coupe sagittale T1 : signe direct de rupture du LCA : une masse mal définie signalant une anomalie dans la fosse intercondylienne.

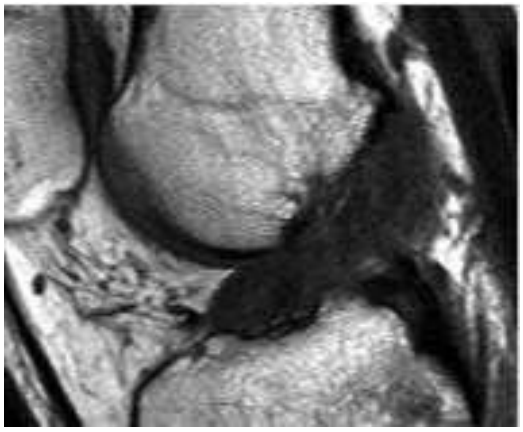


Figure 130 : Coupe sagittale, pondération T1 : rupture complète du ligament croisé antérieur, ligament épaissi, de contours flous.

En phase chronique :

L'œdème disparaît, le ligament résiduel se rétracte, et l'on retrouve les signes précédents (discontinuité, horizontalisation, vacuité de l'échancrure) associés à un éventuel épanchement intra-articulaire. Il n'existe pas d'hyper signal T2 intra-ligamentaire. Une prolifération synoviale, à l'origine d'un tissu de granulation cicatriciel, tente de relier les deux berges du ligament rompu et peut rétablir l'aspect continu du LCA, simulant un LCA normal.

Des signes ont été proposés pour la reconnaître : angulation focale, épaississement irrégulier, aspect ondulé des contours, horizontalisation en « hamac » sur le LCP. La présence de fibres interrompues et ondulées, en hyposignal, en forme de virgule, sur le trajet prévisionnel du LCA est la plus spécifique.

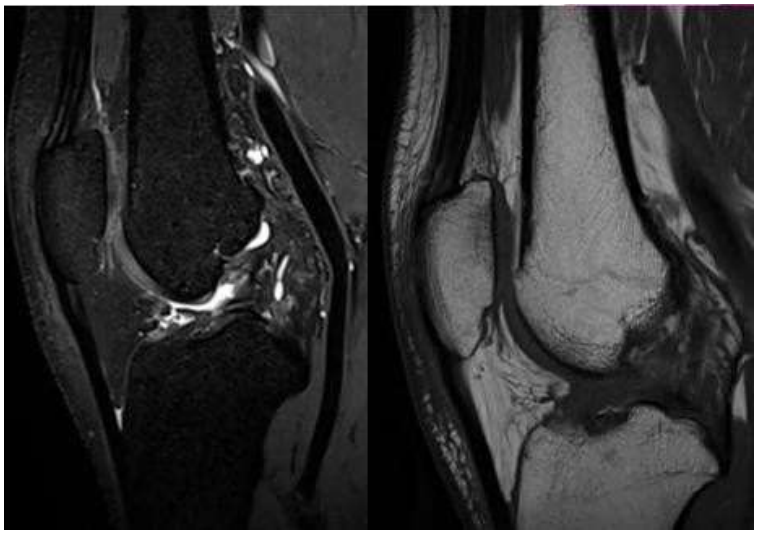


Figure 131 : IRM coupe sagittale : rupture du LCA chronique : rétraction franche des fragments, disparition de toute structure linéaire en hyposignal. [57]

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

Ils sont la conséquence du mécanisme de la rupture du LCA, voire de l'instabilité secondaire. Ils peuvent aider au diagnostic de rupture du LCA, mais ne peuvent être utilisés dans ce sens que si aucun signe direct de rupture du LCA n'est présent. Il s'agit de lésions méniscales, ligamentaires ou osseuses :

- **La subluxation antérieure du plateau tibial latéral par rapport au fémur** : Elle est mise en évidence sur les coupes sagittales passant par le milieu du condyle fémoral latéral. Elle est définie par une augmentation de la distance entre le bord postérieur du plateau tibial latéral et la tangente au bord postérieur du condyle fémoral latéral de plus de 5 mm.

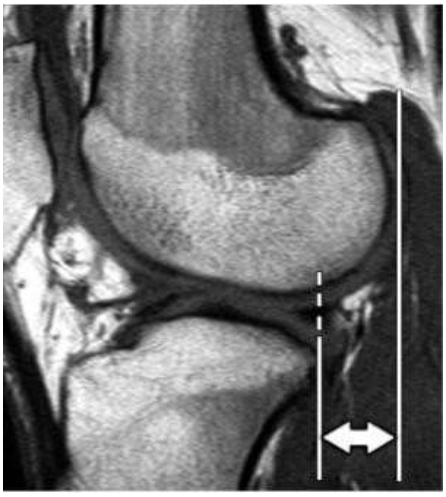


Figure 132 : Coupe sagittale en pondération T1 : subluxation tibiale antérieure.

- **La découverture (ou bascule postérieure) de la corne postérieure du ménisque latéral** 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 ménisque latéral).

Figure 133 : Coupe sagittale, pondération T1 : signe indirect de rupture du ligament croisé antérieur : découverture de la corne postérieure du ménisque externe.

Verticalisation du LCP : Cet aspect est lié à une détente anormale du LCP. Dans le plan frontal, il se manifeste par la visibilité d'une portion trop longue du LCP sur une même coupe. Ce signe traduit en fait la subluxation antérieure du tibia : on

mesure l'angle formé par deux lignes tangentes à la portion proximale et à la portion distale du LCP. Il est décrit que cet angle diminue dans les ruptures du LCA.

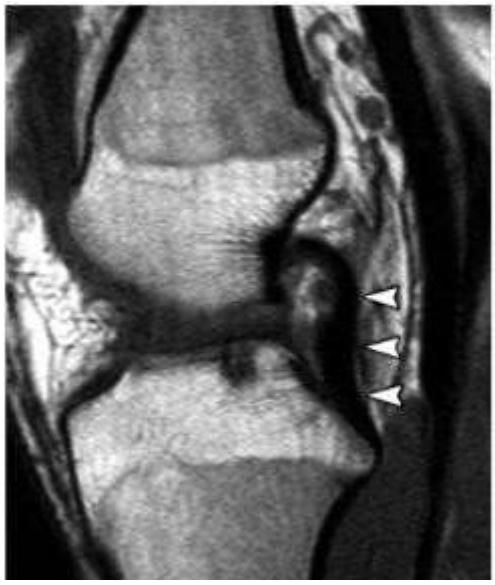


Figure 134 : Coupe sagittale, pondération T1 : signes indirects de rupture du ligament croisé antérieur : verticalisation du ligament croisé postérieur.

- **Distension ou « buckling » du tendon patellaire** : 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, ce qui raccourcit la distance entre la patella et la tubérosité tibiale.
- **Épanchement intra-articulaire** : Non spécifique.
- **Fractures-avulsions** : Elles sont rares.
    - **Fracture de Segond** : Avulsion d'un fragment osseux de l'insertion tibiale du ligament antéro-latéral [58], [59]. Elle est généralement secondaire à un traumatisme indirect du genou où la composante rotatoire interne est dominante, souvent d'apparence insignifiante, et est pathognomonique d'une lésion du ligament croisé antérieur [60]. De nombreuses études ont démontré une association entre la fracture de Segond et la rupture du LCA dans 75 à 100 % des cas [61], [62]. (Figure 135)

- **Fracture-avulsion de la partie proximale de la fibula.**
- **Avulsion de l'insertion du semi-membraneux** : Vue au niveau de la partie postéro-interne du plateau tibial [63].
- **Avulsion des épines tibiales** : Plus communément appelée « fracture des épines », elle correspond à l'arrachement du pied d'insertion du LCA sur la surface pré-spinale. Elle est plus fréquente chez l'enfant. (Figure 136)

Figure 135 : IRM du genou en coupes coronales, séquences DP FAT-SAT : Fracture de Segond, fragment cortical oblong, vertical, centimétrique, situé à quelques millimètres du bord latéral du tibia (flèches).

Figure 136 : IRM du genou en coupes sagittales, séquences T2 millimétriques (a) et en DP FAT-SAT (b) : Avulsion distale de l'insertion du LCA, arrachement osseux de la surface pré-spinale (flèches).

Contusions et impactions osseuses :

En rapport avec l'impaction osseuse fémorotibiale, elles témoignent de l'accident d'instabilité et sont fréquentes. Elles apparaissent en hyposignal T1 et hypersignal T2, sous forme nodulaire, géographique ou linéaire.

- **Contusions du condyle externe et du bord postérieur du plateau tibial externe** (Figure 137).
- **Accentuation de la rainure condylo-trochléenne externe** (signe de l'encoche) (Figure 134).
- **Contusions antérieures du condyle externe et du plateau tibial externe**, contusion en miroir.
- **Contusion du bord postérieur du plateau tibial interne**.

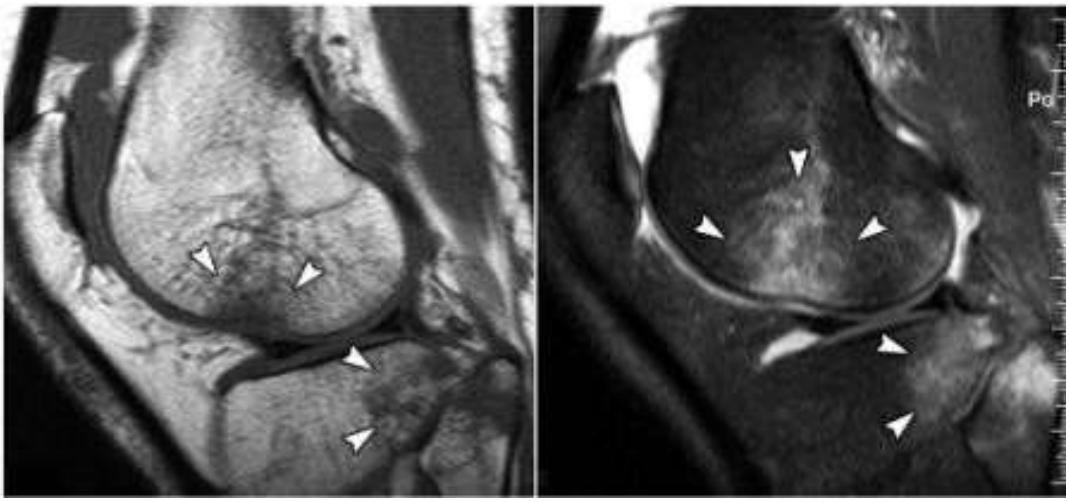


Figure 137 : Coupes sagittales, pondération T1 et DP FAT-SAT : Contusion du condyle externe et du rebord postérieur du plateau tibial externe (têtes de flèches). Épanchement liquidien intra-articulaire associé.

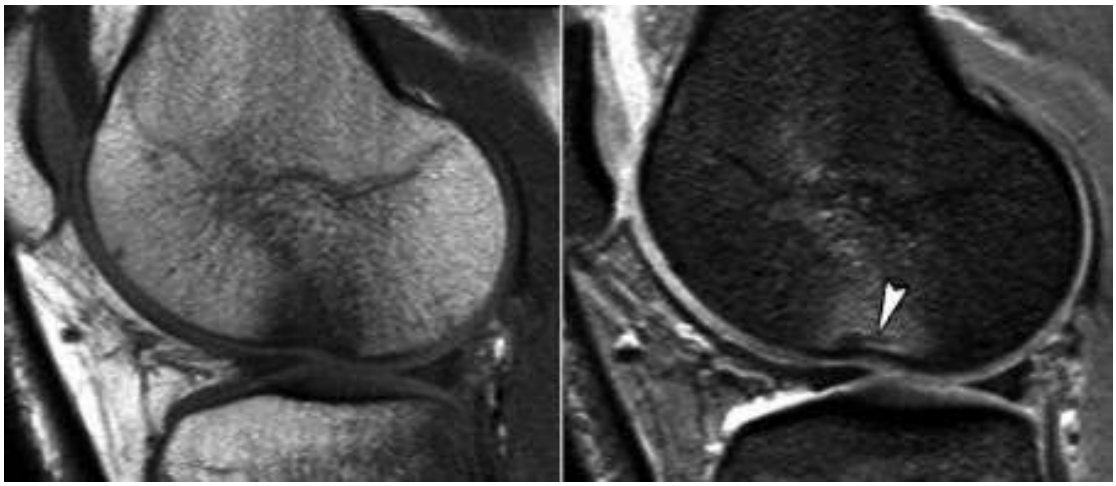


Figure 134 : Coupes sagittales, pondération T1 et densité de protons suppression de graisse : Signe de l'encoche, sous forme d'une contusion osseuse de la rainure condylotrochléenne externe, avec trait de fracture sous-chondral (tête de flèche).

Figure 135 : IRM coupe coronale DP FAT-SAT : Œdème tibial externe en hyper signal signant une contusion osseuse (étoile). Notez une anomalie de signal en hyper signal du LCA dans la fosse intercondylienne.

Les ruptures partielles : [29], [39]

Le diagnostic peut être difficile avec l'IRM. Il faut rechercher des modifications du LCA, telles que des hyper signaux discrets, des contours flous, mal définis, ondulés, ainsi qu'un épaississement ou un amincissement, tout en observant la persistance de fibres continues et d'orientation normale en coupes sagittales. La non-

visualisation du LCA dans un seul plan ou la présence d'une masse hétérogène postérolatérale doivent également soulever le diagnostic. L'absence de signes indirects d'instabilité (absence de translation tibiale antérieure) est une condition sine qua non pour le diagnostic, qui reste difficile à poser sur l'IRM, la discontinuité étant souvent masquée par l'œdème. L'évolution spontanée peut se faire soit vers la guérison, soit vers la rupture complète.

Figure 136 : Coupe sagittale en DP FAT-SAT : Hypersignal localisé du tiers supérieur du LCA avec persistance de quelques fibres continues (flèche).

Parmi les 60 patients de notre série, 44 ont présenté une suspicion clinique de rupture du LCA. L'IRM a confirmé cette atteinte chez 42 patients, dont 41 avec rupture totale et 1 avec rupture partielle. Cela démontre que l'IRM détecte la majorité des lésions du LCA, concordant avec les résultats de la littérature :

- **Omcar P. Kulkarni** [64] a réalisé une étude de corrélation IRM-arthroscopie sur 100 cas où une lésion méniscale ou une rupture du LCA avait été suspectée ; l'IRM a détecté 75 ruptures du LCA.

- **Sampson** [10] a étudié un échantillon de 61 patients avec suspicion clinique de lésion méniscale ou de rupture du LCA, et a diagnostiqué une rupture du LCA chez 28 patients.
- **Rayan** [65], parmi 28 patients avec suspicion de rupture du LCA après IRM, a trouvé 26 ruptures du LCA.

Ligament croisé postérieur : [39]

Les lésions du LCP sont plus rares que celles du LCA, car il s'agit d'un ligament beaucoup plus résistant et moins souvent soumis à des contraintes excessives. Les chocs violents provoquent souvent d'autres lésions ménisco-ligamentaires dans trois cas sur quatre. Le mécanisme lésionnel principal est une translation postérieure du tibia sur un genou fléchi (type tableau de bord), moins souvent une hyperextension forcée, une hyperflexion forcée, ou un valgus forcé persistant après rupture du LCA et du ligament collatéral médial. L'examen clinique est souvent difficile à la phase aiguë. L'IRM permet de diagnostiquer la rupture et de rechercher d'autres lésions méniscales ou ligamentaires. Dans notre série, une seule rupture partielle du LCP a été retrouvée.

Rupture totale :

- **Signes directs de rupture du LCP** :
    - Interruption ligamentaire, partielle ou complète, mieux vue en T2 qu'en T1, soit par rupture en plein corps, soit par désinsertion tibiale.
    - Non-visualisation du ligament.
    - Épaississement du ligament.

- Hyper signal en T1 et surtout en T2, hétérogène, en rapport avec l'hémorragie, l'œdème et/ou du liquide intra-ligamentaire ; à ne pas confondre avec un hyper signal localisé de dégénérescence myxoïde ou par phénomène d'angle magique.

- **Signes indirects de rupture du LCP :**
  - Horizontalisation du ligament.
  - Subluxation postérieure du tibia.
  - Contusion osseuse du tibia et du condyle en « miroir ».
  - Avulsion-fracture de l'insertion tibiale du ligament (mieux vue sur les radiographies standards).
  - Fracture de « Segond médiale » : éventualité très rare, associant une lésion du LCP, du ménisque interne et du plateau tibial interne.
  - Avulsion-fracture de l'astyoïde de la fibula.
  - Lésions associées ménisco-ligamentaires.

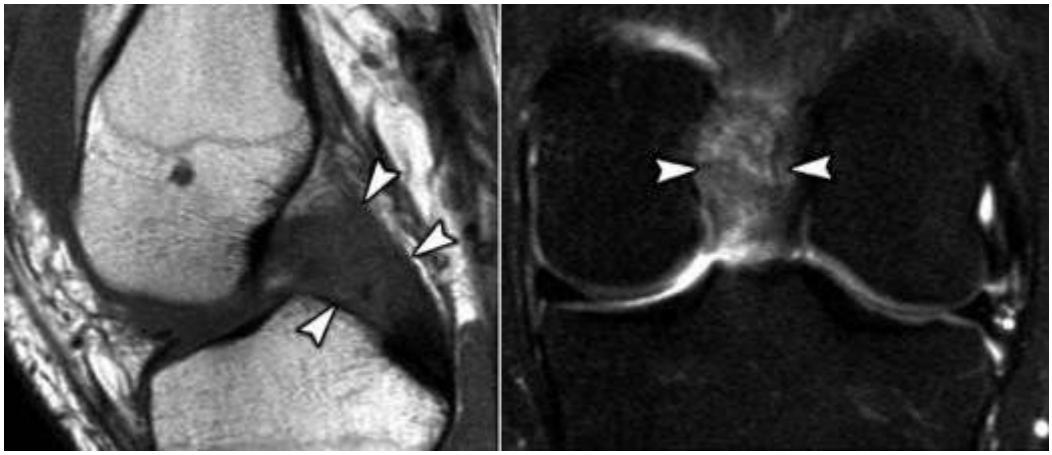


Figure 137 : Coupes sagittale T1 et frontale DP FAT-SAT : Rupture du ligament croisé postérieur, avec épaississement et hypersignal du ligament qui occupe presque toute l'échancrure sur les coupes frontales (têtes de flèches).

Figure 138 : IRM en coupes sagittales DP FAT-SAT : Rupture totale du LCP, avec hypersignal et impossibilité de visualisation des fibres (flèche). Pour une rupture partielle, on note un hypersignal intraligamentaire avec persistance de fibres normales.

Rupture chronique :

Le LCP peut apparaître distendu et présenter des variations d'épaisseur, mais son signal peut être normal. L'IRM peut également objectiver des phénomènes cicatriciels péri-ligamentaires, une subluxation postérieure du tibia, et des remaniements osseux de la zone d'insertion tibiale du LCP.

Autres lésions ligamentaires :

Un hypersignal pathologique local imitant une rupture partielle du LCA peut être observé dans la dégénérescence mucoïde ou un kyste de la tente des ligaments croisés. Les causes de ces kystes sont inconnues et sont souvent symptomatiques. Ils renferment un liquide mucineux, et le ligament croisé antérieur devient difficile à visualiser entre les formations kystiques. Ces kystes sont vus en hypersignal en

pondération T2 avec un contour multifocal ou fusiforme s'étendant le long du ligament croisé antérieur ou postérieur.

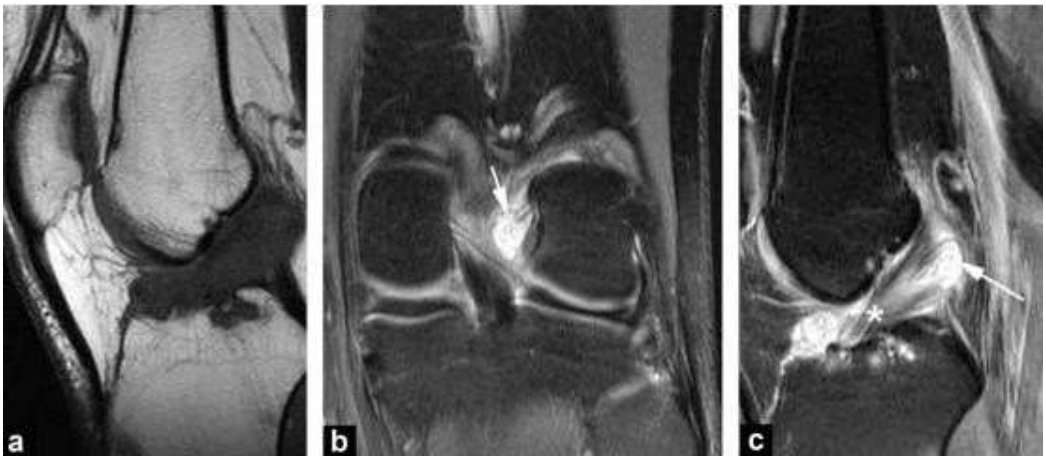


Figure 139 : Kyste de la tente des ligaments croisés. IRM : coupes sagittales (a), frontales (b) et sagittales (c) en pondération T1 avec saturation de graisse. Formation kystique (flèche) entrant en contact avec un ligament croisé. Le LCA est en hypersignal (*) et mal délimité.

Ligaments collatéraux:

Ligament collatéral médial :

Signes directs de la lésion du ligament collatéral médial :

À la phase aiguë, l'œdème et l'hématome sont prédominants et peuvent compliquer la différenciation des différents stades d'entorses :

- **Élongation ou entorse simple** : On observe un œdème sous-cutané profond et péri-ligamentaire se manifestant par un hypersignal T2, autour du ligament collatéral médial parfois localement épaissi ou aminci, mais jamais interrompu.
- **Rupture partielle** : Un hypersignal du ligament ou un hypersignal T2 dissociant les plans superficiels et profonds, effaçant la graisse sous-jacente.

- **Rupture complète** : Le ligament collatéral médial apparaît localement interrompu ou peut être méconnaissable dans l'œdème des parties molles internes (hétérogénéité en T1 et hypersignal T2).

Les lésions chroniques sont caractérisées par un épaississement, une irrégularité et un trajet sinueux du ligament.

Signes indirects de la lésion du ligament collatéral médial :

- Épanchement intra-articulaire
- Œdème des fascias adjacents
- Effacement de la graisse adjacente
- Œdème osseux fémoral ou tibial à l'issue d'insertion
- Augmentation de la distance entre le condyle et la graisse sous-cutanée
- Infiltration œdémateuse péri-ligamentaire avec un épaississement global des tissus de voisinage
- Arrachement osseux, notamment du bord tibial interne
- Désinsertion capsulo-méniscale
- Suffusion hémorragique périphérique en hypersignal T1 à la phase subaiguë

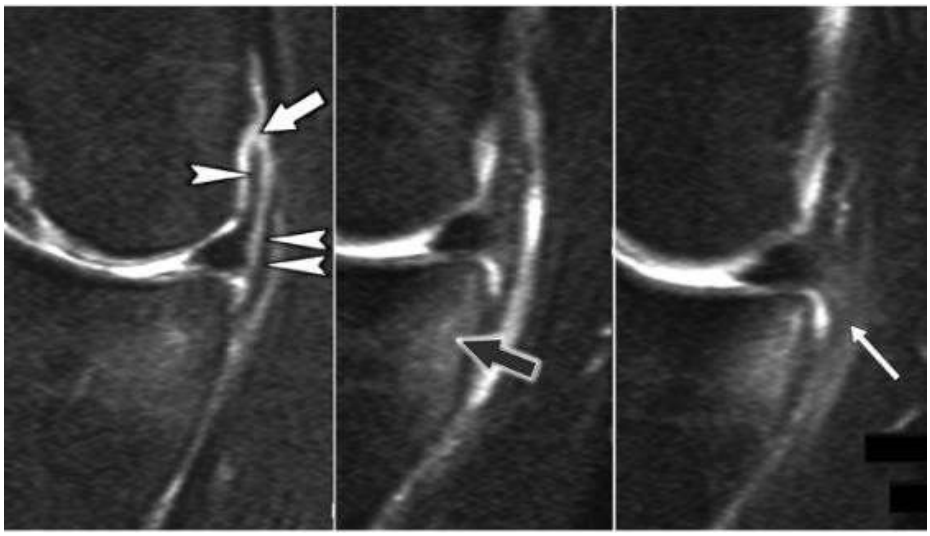


Figure 140 : Coupes frontales, DP FAT SAT. Rupture du ligament collatéral médial : les faisceaux superficiel (double tête de flèche) et profond (tête de flèche) sont individualisables et apparaissent discontinus à leur partie proximale (flèche blanche). Il existe un œdème des fascias adjacents (flèche étroite) et une contusion osseuse du rebord médial du plateau tibial interne (flèche noire).

Ligament collatéral latéral :

Les signes IRM d'entorse du ligament collatéral latéral sont similaires à ceux du ligament collatéral médial, selon le type d'élongation, de rupture partielle ou complète:

- Œdème péri-ligamentaire.
- Aspect désorganisé ou discontinu du ligament en hyper-signal.
- Non-visualisation du ligament.

Les ruptures prédominent en plein corps et sur l'insertion distale ; une fracture de Segond peut indiquer une rupture associée du plan capsulo-ligamentaire profond. Il n'existe pas d'épanchement intra-articulaire, sauf en cas de lésion associée du pivot central.

L'association avec d'autres lésions est fréquente, et l'IRM recherche notamment une atteinte du poplité, des croisés et des ménisques.

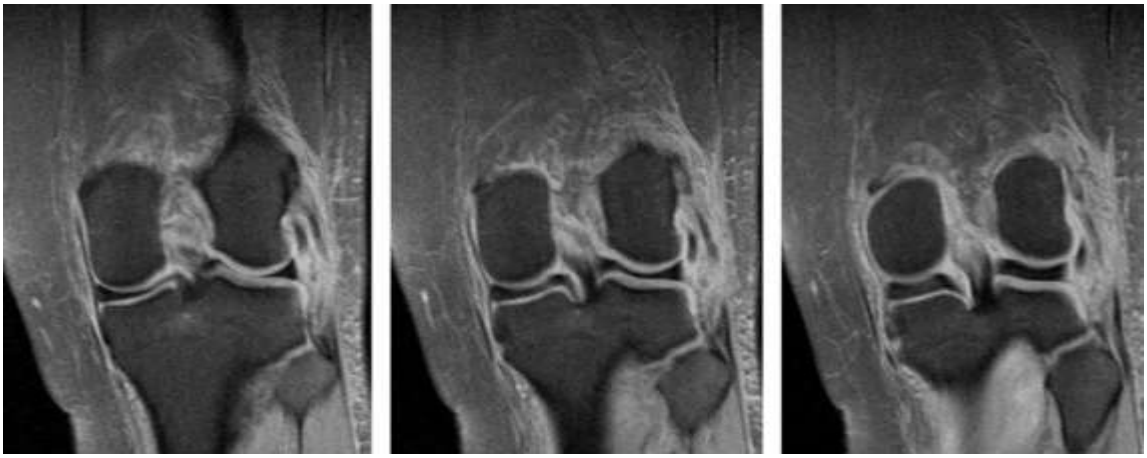


Figure 141: IRM coupe coronale : Rupture du ligament collatéral latéral de grade 3 au niveau de l'enthèse fémorale [57].

4.7. Imagerie IRM des ligamentoplasties [29], [39], [66]-[68]

Dans notre série, l'IRM a diagnostiqué une rupture complète du LCA greffon chez un patient porteur d'une ligamentoplastie du LCA depuis 7 ans.

Imagerie normale du ligament croisé antérieur opéré :

Le signal du greffon varie selon le délai de l'examen par rapport à l'intervention en raison de la « ligamentisation » centrifuge du transplant qui débute vers 2 semaines. Cette phase se caractérise par un signal intermédiaire, puis hyperintense, avec une prise de contraste et des contours plus flous. Ces modifications ne permettent pas de se prononcer sur l'état de la plastie, en dehors de la présence d'un syndrome du Cyclope. Les modifications régressent au bout de 1 an et disparaissent habituellement à 2 ans, moment où le transplant retrouve un hyposignal permettant une évaluation IRM plus précise.

Sur le plan morphologique, la période postopératoire est marquée par une augmentation du calibre de la plastie. Les coupes axiales obliques peuvent corriger un aspect faussement discontinu en sagittal.

Les vis d'interférence résorbables disparaissent en 3 à 5 ans. Un hypersignal liquidien peut persister à l'emplacement de la vis. Les tunnels présentent une prise de contraste très prolongée (supérieure à 2 ans). Leur bonne position s'évalue avant tout sur les radiographies. Des repères ont été proposés en IRM, notamment pour juger de la position du tunnel tibial.

Cette position peut être évaluée sur une coupe axiale par la mesure de l'index tibial, correspondant à la distance entre le bord antérieur du plateau tibial et le milieu du tunnel, rapportée à la longueur antéropostérieure du plateau tibial. Plus simplement, le bord antérieur du tunnel tibial doit se situer en arrière de la ligne du toit de l'échancrure (en coupes sagittales) sur un genou en extension complète. La bonne position du tunnel fémoral est difficile à évaluer en raison de l'absence de repères condyliens sur la coupe passant par le greffon.

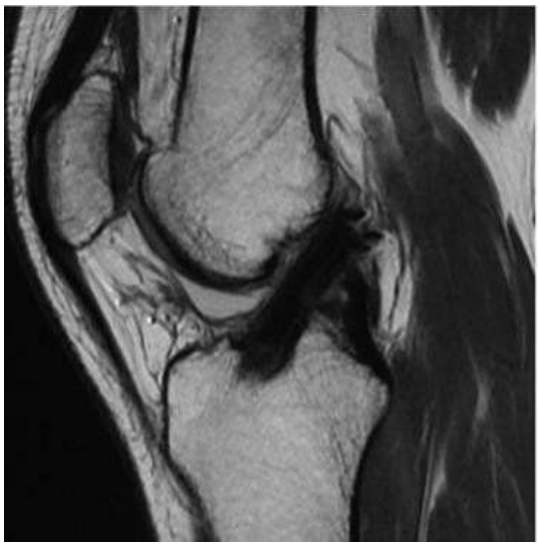


Figure 142 : IRM en coupes sagittales : image normale du greffon de ligamentoplastie du LCA.

Imagerie pathologique de la ligamentoplastie :

- **Épanchement** : Peut être secondaire à une synovite réactionnelle.
- **Rupture de la plastie** : Un greffon en hyposignal continu homogène, d'une épaisseur inférieure à 10 mm, confirme l'intégrité de la plastie. Les signes pertinents pour différencier une rupture complète d'une absence de rupture sont la continuité ou la discontinuité complète des fibres du greffon (en coupes frontales seules ou à la fois frontales et sagittales) et l'épaisseur du greffon. Si toute l'épaisseur du greffon est visible dans les plans frontal et sagittal, une rupture complète peut être exclue. Parmi les anomalies de signal, seuls les hypersignaux T2 intenses et liquidiens sont en faveur d'une rupture, quel que soit le délai après l'intervention. Après 2 ans, un hypersignal T2 avec une plastie non identifiable permet également de poser le diagnostic de rupture. La persistance d'une prise de contraste dans le transplant après 2 ans est pathologique et peut parfois persister autour de celui-ci. Les anomalies d'orientation et les signes secondaires (découverte de la corne postérieure du ménisque externe et translation tibiale antérieure) sont peu contributifs ; l'IRM est moins performante pour reconnaître les ruptures partielles.

Figure 143 : IRM en coupes sagittales pondérées en T1 : Disparition complète des fibres de ligamentoplastie (flèche), indiquant une rupture du greffon. Les vis d'interférence (flèche) ne gênent pas l'interprétation.

Conflit plastie-échancrure : Ce conflit peut entraîner une rupture du greffon. Bien que la relation entre l'étroitesse de l'échancrure et le conflit ne soit pas clairement établie en IRM, la présence d'hypersignaux persistants en distalité du transplant et une position trop antérieure du tunnel tibial pourraient suggérer ce problème.

Figure 144 : Conflit entre la plastie ligamentaire et l'échancrure intercondylienne « Impingement » Coupes sagittales en densité protonique (A) et frontale T1 (B) montrant une plastie épaissie, en hypersignal relatif dans sa portion distale, et décrivant un trajet arciforme à concavité antérieure contre la portion distale de l'échancrure intercondylienne (A). L'image coronale montre en outre un amincissement de la plastie au contact du condyle fémoral interne (flèche). Le suivi montre l'évolution de ce conflit vers la rupture complète de la plastie (C, D).

Syndrome du cyclope : Il s'agit d'une masse cicatricielle nodulaire après reconstruction du LCA, dont l'aspect arthroscopique rappelle celui d'un cyclope. L'IRM est fiable pour son diagnostic, notamment avant toute reprise chirurgicale. Le cyclope est recherché à la face antérieure de la plastie, dans le prolongement antérieur de la ligne du toit de l'échancrure, avec un signal intermédiaire en T2 et densité de proton, de taille supérieure à 10 mm.

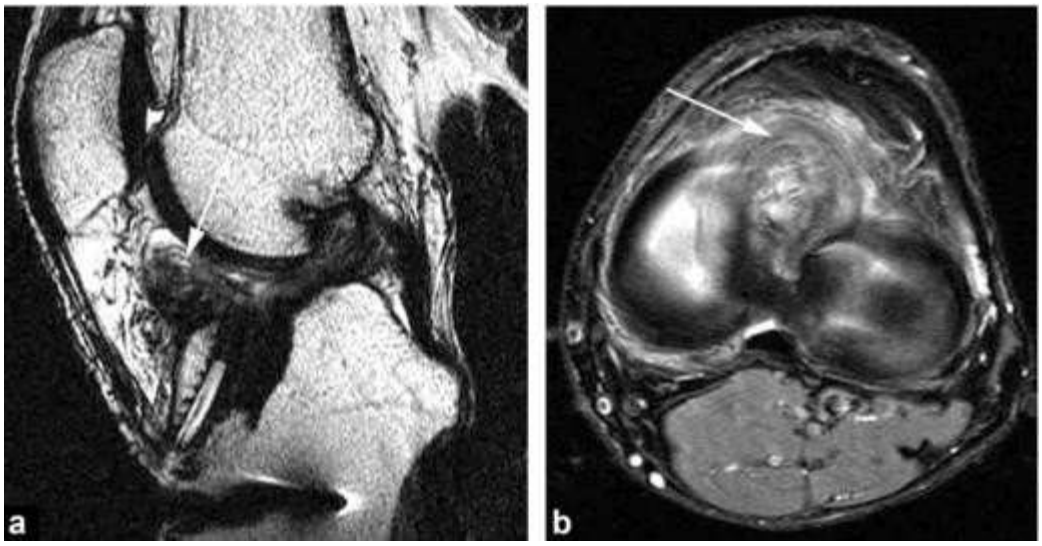


Figure 145 : Syndrome des cyclopes

IRM : coupes sagittale pondérée en T2 (a) et coupe axiale (b). Un grand nodule fibrotique hyposignal est visible au niveau de la base de la surface antérieure du greffon (flèches). L'interprétation est gênée par un artefact dû à la présence d'une vis d'interférence métallique à proximité.

IV. Arthroscopie :

L'arthroscopie constitue aujourd'hui le moyen de diagnostic le plus fiable dans les pathologies articulaires, notamment au niveau du genou, car elle permet non seulement de visualiser l'articulation, mais aussi de mettre en évidence les lésions en temps réel. C'est un geste diagnostique et thérapeutique de caractère invasif, et ses complications, bien que rares (moins de 1%), limitent son utilisation fréquente en routine diagnostique. En effet, dans la majorité des cas, l'examen clinique et les examens complémentaires modernes (IRM, arthro-scanner, ...) permettent de poser le diagnostic, et le recours à l'arthroscopie diagnostique n'est indiqué que si ces renseignements sont insuffisants. L'arthroscopie permet de visualiser avec précision :

- La cavité articulaire
- Les ménisques (interne et externe)
- Les cartilages
- La membrane synoviale
- Les ligaments croisés

Elle offre de nombreux avantages réels tels que : la taille réduite de l'incision, la diminution du temps de récupération, et un risque neurovasculaire et septique inférieur par rapport à la chirurgie conventionnelle.

1. Matériel d'arthroscopie :

1.1. Arthroscope :

- **Câble optique ou Tube à double canal :**
  - Des fibres optiques
  - Lentilles optiques (3 à 7) collées avec entretoises
- **Optique :**
  - Vision angulée (30°) par rotation de l'arthroscope autour de son axe
  - Large champ de vision (115°)
- **Chemise d'arthroscopie ou Canule d'insertion :**
  - Toujours composée d'une canule avec robinet et un trocart permettant son introduction dans l'articulation
  - Aide à maintenir et guider l'arthroscope dans l'articulation, permet au fluide d'y accéder et parfois même de réaliser le lavage de l'articulation.

1.2. La colonne arthroscopique :

- **La lumière :**
    - Une source de lumière : Le plus souvent, on utilise des générateurs de lumière, généralement des lampes au xénon.
    - Câbles de lumière : Composés d'un ensemble de fibres de verre qui transmettent le signal lumineux vers l'endoscope, protégés par une gaine en plastique rendant le câble plus souple et malléable.
- **La caméra :**
    - Console caméra
    - Caméra
    - Caméra et câble
- **Téléviseur ou écran LCD :**
    - Retranscrit l'image de la caméra.
- **Disque dur multimédia :**
    - Pour le stockage des données : Pompe et cassette.

Figure 146 : L'arthroscope et la caméra

1.3. Instruments usuels

a. Instrumentation générale :

- Manche de bistouri n°4 (lame 11++)
- Pince de Halstead
- Un crochet palpeur
- Pince à préhension
- Une canule d'aspiration

b. Instrumentation spécifique manuelle :

- Pinces basket
- Ciseaux
- Couteaux

c. Instrumentation spécifique motorisée :

Les arthro-shavers : Aident à la résection des tissus mous et au fraisage de l'os au cours de l'arthroscopie. Ils sont composés de :

- Une unité de contrôle
- Moteur shaver (pièce à main shaver)
- Fraises et couteau de shaver à usage unique, avec une large palette de choix en fonction du diamètre, de la longueur et de la zone chirurgicale à résecter.

Figure 147 : Matériel opératoire, de gauche à droite : palpeur, ciseau, pince basket, pince à biopsie, pince à préhension « Wolf », canule d'aspiration.

2. Anesthésie :

On distingue trois types d'anesthésie pouvant être proposés pour cette chirurgie: l'anesthésie générale, l'anesthésie locorégionale et l'anesthésie locale intra-articulaire. Le choix du type d'anesthésie dépend de plusieurs facteurs :

- Le geste chirurgical et les suites opératoires qui conditionnent le caractère ambulatoire ou non de l'acte ;
- Le patient et ses demandes, souvent fortes, de participation aux décisions thérapeutiques ;
- Le terrain, en fonction des antécédents médicaux notables du patient.

3. Installation du patient :

Au bloc opératoire, le patient est en décubitus dorsal sur la table d'opération. On décrit trois installations possibles :

- **Cale proximale latérale** + **Cale distale** :
    - **Cale proximale latérale** : (1/3 supérieur de la cuisse sur le garrot) permet de réaliser un valgus forcé (contre-appui).
    - **Cale distale** : Flexion à 90 ° : la plante du pied est placée sur la cale, réalisant une flexion à 90 ° du genou ; Flexion à 110 ° : la plante du pied est placée sur la table et les orteils sur la cale.
- **Arthrostress** : Un étau adapté permet le positionnement de la racine de la cuisse autour du garrot, ce qui permet la mise en valgus forcé et une bonne exploration du compartiment médial.
- **Crosse (Lanternier)** : Le plus souvent, le membre à opérer est placé sur un étau à genou. Ce dernier permet des contraintes en varus et en valgus, facilitant l'ouverture des compartiments explorés et la visualisation ainsi que la palpation des ménisques sur toute leur étendue. L'étau à genou facilite également la mise en place d'un garrot pneumatique à la racine de la cuisse, optimisant la vision en réduisant les saignements intra-articulaires. Son utilisation n'est pas indispensable car l'hémostase intra-articulaire peut être réalisée par hyperpression du liquide de lavage selon la technique de Wredmark et Lundh.

4. Voies d'abord :

Le choix de la voie d'abord est primordial, car le point d'introduction de l'instrument oriente sa direction et détermine le point d'action. On repose généralement sur le principe de la triangulation, une technique d'arthroscopie nécessitant au moins deux voies d'abord (une pour l'optique et l'autre pour les instruments). En pratique, les voies les plus utilisées sont la voie antéro-externe et les deux voies antéro-internes.

4.1. La voie antéro-externe :

Essentielle, car c'est la voie d'introduction de l'optique et elle permet la visualisation de l'articulation. Les repères cutanés sont :

- En haut et latéralement : l'arrondi du condyle externe.
- En bas : le rebord du plateau tibial externe.
- Le tendon rotulien sur la ligne médiane, prolongé en haut par le bord latéral de la rotule.

Le point d'entrée est situé au ras de la rotule, à mi-distance entre la pointe et le bord latéral. La lame de bistouri n°11 est introduite tranchant vers le haut, verticalement, tandis que la pulpe du pouce de l'opérateur est positionnée dans la dépression antéro-externe située entre le plateau et les condyles externes.

4.2. Les deux voies antéro-internes :

a. Voie antéro-interne basse :

Cette voie conduit au compartiment médial et donne accès à l'espace antéro-interne situé au bord supérieur du ménisque médial. Le genou est fléchi à 90° et le pied repose sur la cale. Le bord supérieur, perpendiculaire au tendon patellaire, passe par le bord inférieur de l'incision antéro-externe. Le bord supérieur de l'incision antéro-interne est ainsi déterminé. Il est à noter que l'incision antéro-interne basse est plus proche de l'interligne fémoro-tibial que l'incision antéro-externe, plus éloignée du tendon rotulien et plus médiale. On réalise une petite incision cutanée avec une lame n°11 toujours dirigée vers le haut. L'incision est verticalisée, suffisante (il suffit de pousser la lame n°11 sous contrôle arthroscopique). Ensuite, la lame du bistouri est couchée sur la face supérieure du ménisque interne, le bord tranchant

vers l'arrière. La brèche capsulaire est ainsi horizontalisée tandis que la lame de bistouri « caresse » la face supérieure du segment antérieur du ménisque.

b. Voie antéro-interne haute :

Permet d'accéder au compartiment latéral (en position de Cabot) et à l'échancrure intercondylienne. Les repères cutanés sont représentés par la symétrique de la voie antéro-latérale, plus médiane et plus haute que la voie antéro-médiale basse. Ces trois voies d'abord représentent 95 % des gestes arthroscopiques ; les autres voies sont considérées comme accessoires.

Figure 149 : Image du genou droit montrant les voies d'abord arthroscopiques : voie antéro-externe (VE), voie antéro-interne basse (Vib) et voie antéro-interne haute (Vih)

5. La chirurgie arthroscopique du genou :

Une arthroscopie standard du genou commence par le positionnement et la mise en place, comme détaillé précédemment. Une dose d'antibiotiques intraveineux doit être administrée au moins 5 minutes avant le gonflage du garrot. Après le nettoyage et le drapage du genou, vient le marquage de la surface articulaire, suivi du gonflage du garrot et du début de la procédure.

5.1. L'arthroscopie diagnostique :

L'examen articulaire commence souvent par l'inspection de la rotule, par sa face articulaire. Un crochet palpeur peut être introduit pour apprécier la qualité du cartilage, détecter une fracture ou une fissure de la patella, et étudier la morphologie de la trochlée fémorale, ce qui permet de mieux adapter le traitement chirurgical lors de luxation rotulienne.

Ensuite, l'examen du compartiment latéral débute par la réalisation d'un valgus forcé et d'une extension du tarse, ce qui permet d'observer le comportement dynamique des tendons du muscle long extenseur commun des orteils ou du ligament collatéral latéral en cas de lésion. L'inspection du ménisque latéral permet de détecter une fissure ou une déchirure, bien que les lésions de ce ménisque soient assez rares. Parfois, on observe une prolifération de villosités synoviales, témoignant d'une dégénérescence arthrosique, ou une hyperémie synoviale en cas d'inflammation.

L'étude des ligaments croisés est effectuée avant de passer à l'examen du compartiment médial, qui nécessite un valgus forcé. L'exploration du ménisque médial suit, et la qualité des images obtenues permet d'étudier en détail les différents types de lésions. L'examen se termine généralement par l'évaluation du ligament collatéral médial, réalisé en effectuant des mouvements articulaires.

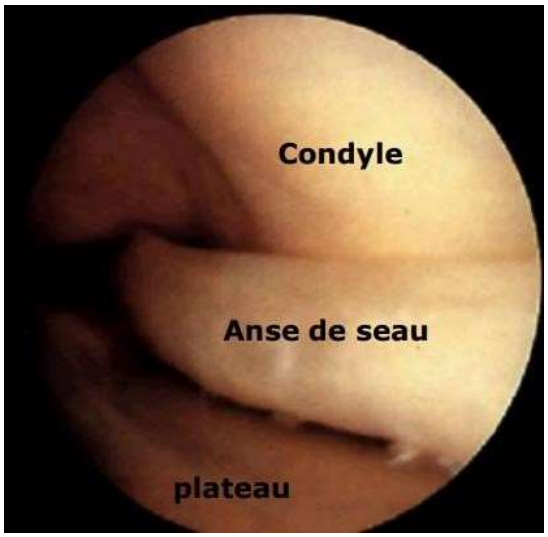


Figure 150 : Image arthroscopique d'une anse de seau

5.2. Traitement des lésions méniscales :

- **Meniscectomie** : Totale, transmurale ou partielle. Lorsque la conservation du ménisque n'est plus possible, c'est la méniscectomie qui prend le relais. L'étendue de la résection méniscale dépend de plusieurs facteurs : le degré d'extension de la lésion, évalué par l'imagerie, l'aspect du ménisque et sa mobilité lors de l'arthroscopie. La méniscectomie partielle est la plus pratiquée; elle permet de retirer le tissu méniscal anormal et anormalement mobile tout en conservant la partie saine, permettant ainsi une économie méniscale.
- **La suture méniscale** : De nombreuses variantes techniques arthroscopiques sont disponibles actuellement :
    - Technique de dedans en dehors (Henning)
    - Technique de dehors en dedans (Warren)
    - Technique de tout-en-dans (Morgan)
- **Le greffage méniscal** : Deux types de greffes méniscales sont actuellement disponibles :

- Implants collagènes
- Allogreffes

- **L'abstention thérapeutique** : Souvent utilisée lors d'une ligamentoplastie pour préserver le capital méniscal intact.

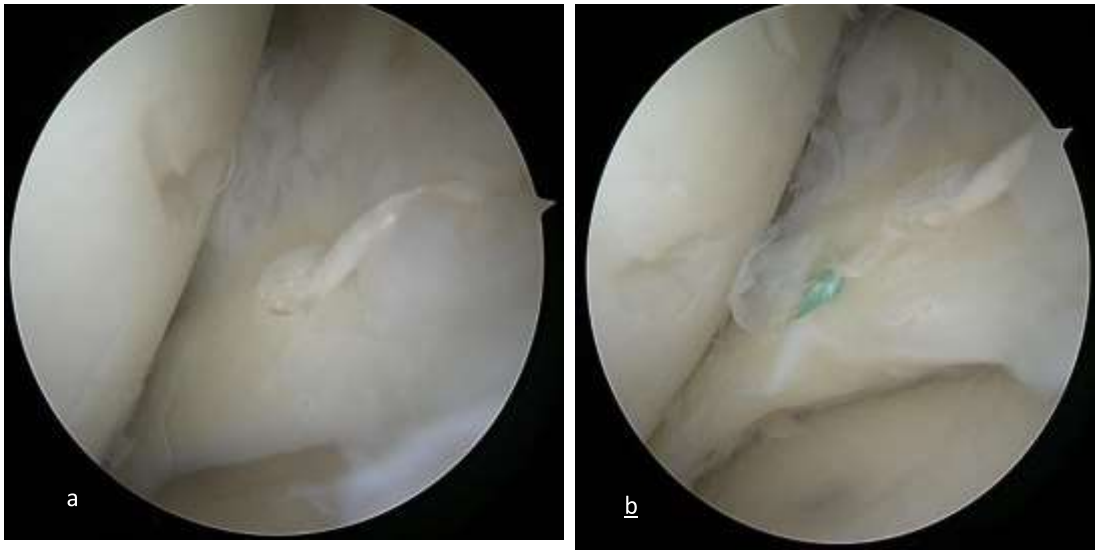


Figure 151 : a : Lésion longitudinale du segment moyen méniscal, b : La lésion après suture méniscale

Figure 152 : Ligamentoplastie du LCA

V. Corrélation IRM-Arthroscopie des lésions ménisco-ligamentaires du genou :

Depuis l'apparition de l'IRM, plusieurs études ont comparé l'IRM à l'arthroscopie pour déterminer l'utilité et la place de cet examen dans le diagnostic des lésions ménisco-ligamentaires du genou, l'étude de ces lésions et l'orientation thérapeutique. Notre étude a été menée dans le même but.

1. Corrélation des lésions méniscales :

La confrontation des résultats obtenus à l'IRM avec ceux observés au cours de la chirurgie a révélé les résultats suivants :

1.1. Pour le ménisque interne :

- **Sensibilité** : 96,96 %, capacité de l'IRM à détecter les sujets porteurs d'une lésion méniscale.
- **Spécificité** : 75 %, capacité de l'IRM à détecter les sujets non porteurs d'une lésion méniscale.
- **VPP (Valeur Prédictive Positive)** : 80 %, probabilité d'être réellement porteur d'une lésion méniscale.
- **VPN (Valeur Prédictive Négative)** : 96 %, probabilité de ne pas être porteur d'une lésion méniscale.

1.2. Pour le ménisque externe :

- **Sensibilité** : 92,85 %, capacité de l'IRM à détecter les sujets porteurs d'une lésion méniscale.

- **Spécificité :** 91,48 %, capacité de l'IRM à détecter les sujets non porteurs d'une lésion méniscale.
- **VPP (Valeur Prédictive Positive)** : 76,47 %, probabilité d'être réellement porteur d'une lésion méniscale.
- **VPN (Valeur Prédictive Négative)** : 96,72 %, probabilité de ne pas être porteur d'une lésion méniscale.

Ces résultats concordent avec ceux de plusieurs séries de la littérature qui ont montré une bonne corrélation entre les données de l'IRM et de l'arthroscopie. Comme le résume le tableau ci-dessous :

Tableau XXIV : La sensibilité, spécificité, VPP et VPN de l'IRM pour le ménisque interne dans la littérature.

Auteur	Sensibilité	Spécificité	VPP	VPN
Jah et al [8]	75%	94.7%	92.3%	81.8%
Rayan et al [65]	76%	52%	57%	73%
Ouali Idrissi et al[15]	95%	80%	95.9%	76%
Margad et al [12]	95.4%	75%	91.3%	85.7%
Crawford et al [91]	91.4%	81.1%	83.2%	90.1%
Antinofli et al [92]	85%	75%	88%	71%
Shantanu et al [9]	89.5%	85.4%	73.9%	94.6%
Notre série	96.96%	75%	80%	96%

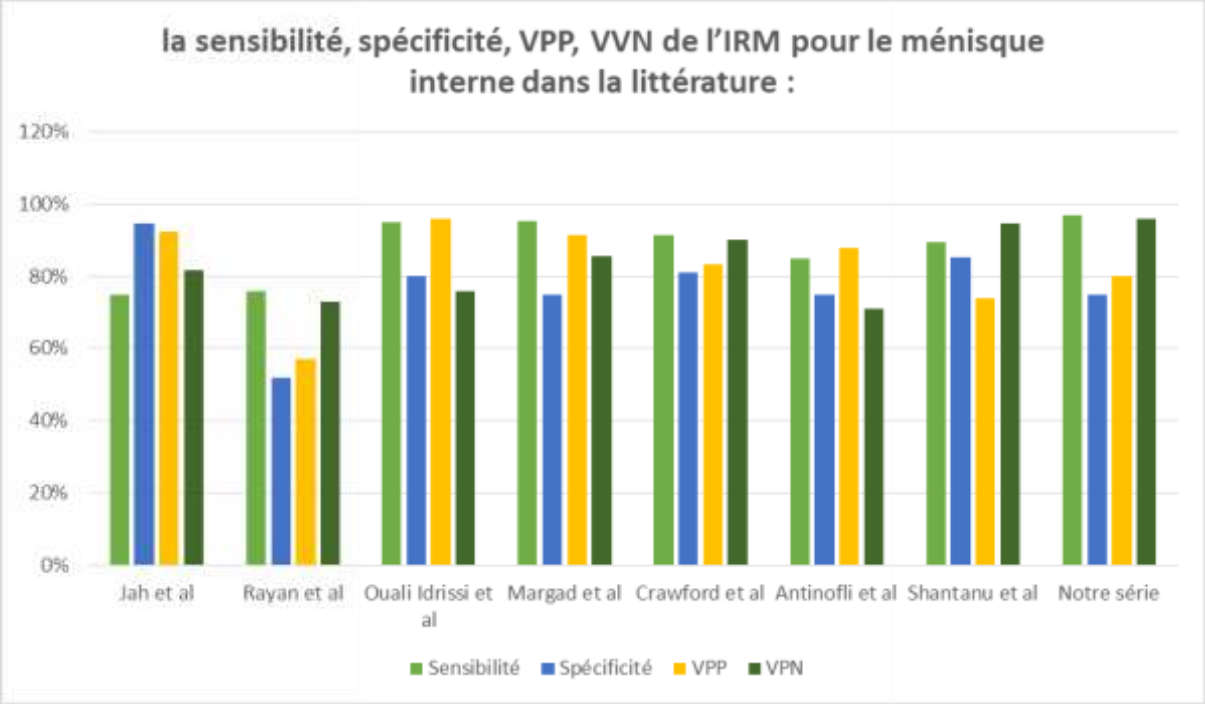


Figure 153 : La sensibilité, spécificité, VPP et VPN de l'IRM pour le ménisque interne dans la littérature.

Tableau XXV : La sensibilité, spécificité, VPP et VPN de l'IRM pour le ménisque externe dans la littérature.

Auteur	Sensibilité	Spécificité	VPP	VPN
Jah et al [8]	86.2%	66.6%	50%	92.6%
Rayan et al [65]	61%	92%	74%	88%
Ouali Idrissi et al [15]	86%	70%	80%	78%
Margad et al [12]	93%	100%	100	93.3%
Crawford et al [91]	76%	93.3%	80.4%	91.6%
Antinofli et al[92]	85%	91%	94%	77%
Shantanu et al [9]	87.5%	94.2%	70%	98.3%
Notre série	92.85%	91.48%	76.47%	96.72%

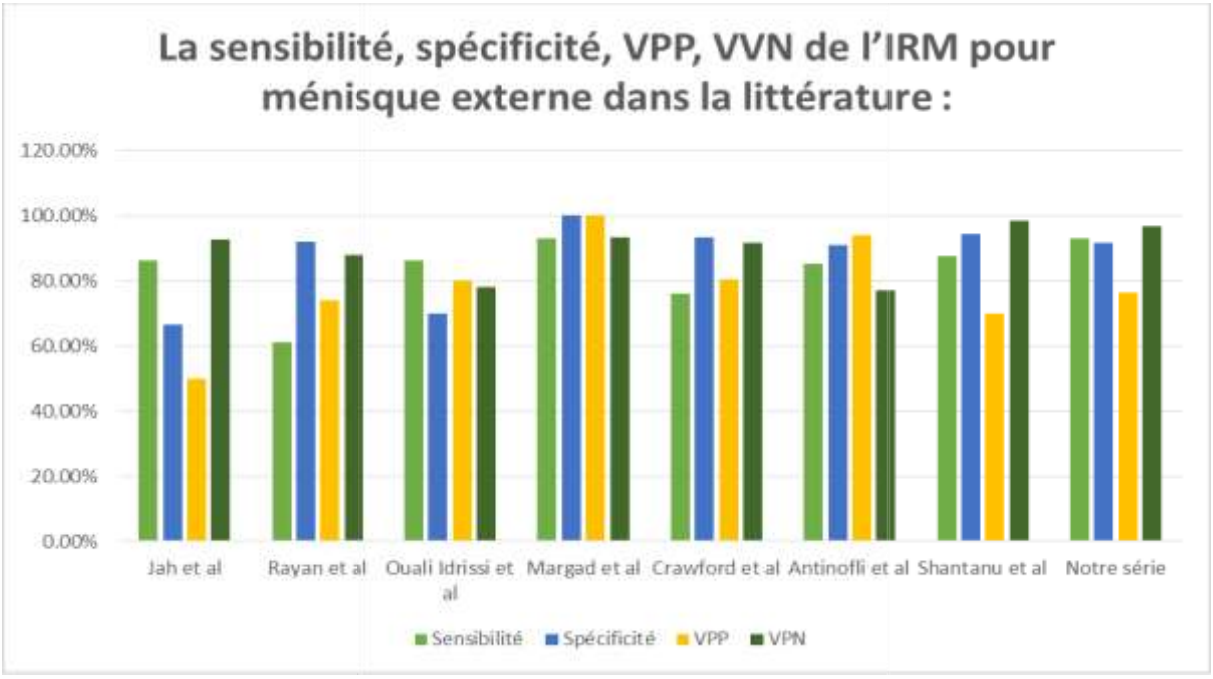


Figure 154 : La sensibilité, spécificité, VPP et VPN de l'IRM pour le ménisque externe dans la littérature.

Interprétation des résultats :

- **Sensibilité :** L'IRM détecte les lésions méniscales avec une sensibilité élevée pour les ménisques interne (96,96 %) et externe (92,85 %). Cela indique que l'IRM identifie presque toujours les lésions méniscales lorsqu'elles sont présentes.
- **Spécificité :** La spécificité est meilleure pour le ménisque externe (91,48 %) que pour le ménisque interne (75 %). Cela signifie que lorsque la lésion n'existe pas, l'IRM est plus fiable pour le ménisque externe en indiquant une absence de lésion. Cette différence est attribuée à un nombre relativement élevé de faux positifs pour le ménisque interne, causés par :
    - Le délai entre l'IRM et l'arthroscopie (8 mois), permettant à certaines lésions de guérir.

- La vascularisation méniscale et le volume partiel, qui compliquent l'interprétation des lésions.
- La complexité des lésions et des pathologies associées, notamment dégénératives.
- L'association fréquente de lésions méniscales avec une rupture du LCA, rendant l'IRM moins performante pour les lésions méniscales en cas de LCA affecté.

- **Valeur Prédictive Positive (VPP)** : La VPP est de 80 % pour le ménisque interne et de 76,47 % pour le ménisque externe. Cela signifie que lorsqu'une lésion est détectée par l'IRM, il y a une probabilité élevée que cette lésion soit présente lors de l'arthroscopie.
- **Valeur Prédictive Négative (VPN)** : L'IRM présente une excellente VPN avec 96 % pour le ménisque interne et 96,72 % pour le ménisque externe. Cela indique que si l'IRM est négative, il est très probable qu'il n'y ait pas de lésion méniscale.

2. Corrélation des lésions ligamentaires :

2.1. Ligament croisé antérieur (LCA) :

- **Sensibilité** : 93,02 %, capacité de l'IRM à détecter les lésions du LCA.
- **Spécificité** : 88,23 %, capacité de l'IRM à identifier les sujets sans lésion du LCA.
- **VPP** : 95,23 %, probabilité d'être réellement porteur d'une lésion du LCA.
- **VPN** : 83 %, probabilité de ne pas être porteur d'une lésion du LCA.

Ces résultats concordent avec ceux trouvés dans la littérature.

Tableau XXVI : La sensibilité, spécificité, VPP et VPN de l'IRM pour les ruptures du LCA dans la littérature.

Auteur	Sensibilité	Spécificité	VPP	VPN
Jah et al [8]	95.7%	78.3%	90%	90%
Rayan et al [65]	81%	96%	81%	88%
Ouali Idrissi et al[15]	87.5%	90%	94.5%	78%
Crawford et al [91]	86.5%	95.2%	82.9%	96.4%
Shantanu et al [9]	98.1%	100%	100%	88.9%
Notre série	93.02%	88.23%	95.23%	83%

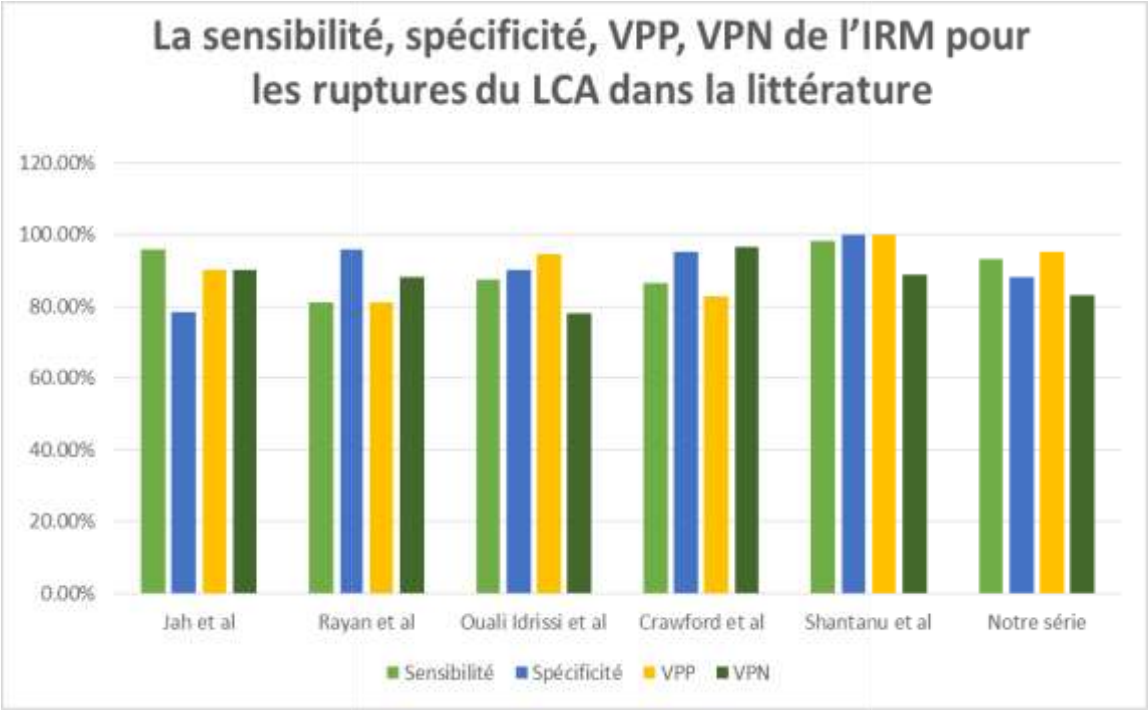


Figure 155 : Sensibilité, spécificité, VPP et VPN de l'IRM pour les ruptures du LCA dans la littérature.

En interprétant ces résultats, nous constatons que :

- La sensibilité de l'IRM à détecter les ruptures du LCA est de 93,02 %. Cela signifie que, lorsqu'une rupture du LCA est présente, l'IRM arrive presque toujours à la mettre en évidence.
- La spécificité de l'IRM pour les ruptures du LCA est de 88,23 %. Cela signifie que lorsqu'une lésion n'existe pas, l'IRM a une probabilité élevée de la détecter comme négative.
- La valeur prédictive positive est la probabilité que la rupture du LCA soit réellement présente lorsque l'IRM est positive. Dans notre série, la valeur prédictive positive (VPP) est de 95 %, ce qui signifie que la probabilité que le sujet soit porteur d'une rupture du LCA est élevée lorsque l'IRM est positive, donc l'IRM est un examen fiable pour le diagnostic des ruptures du LCA.
- La valeur prédictive négative est la probabilité que la rupture du LCA ne soit pas présente lorsque l'IRM est négative. Dans notre série, la valeur prédictive négative (VPN) est de 83 %, ce qui signifie que l'IRM a une fiabilité significative dans l'exclusion des ruptures du LCA.

Suite à la constatation des discordances rencontrées dans notre série, nous avons élaboré les recommandations suivantes afin d'améliorer l'apport de l'IRM et de pallier ces discordances :

- Réduire les délais de consultation, de réalisation de l'IRM et de l'arthroscopie.
- Connaître les images de pièges et les variantes anatomiques pour éviter les faux positifs.

- Étudier le LCA dans tous les plans réalisés (sagittaux, axiaux et coronaux) et ne pas se contenter des études sagittales.
- En cas de doute, compléter l'étude par des coupes millimétriques.
- Haut du formulaire
- Bas du formulaire

CONCLUSION

Au terme de cette étude, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) demeure un moyen approprié pour la détection des lésions ménisco-ligamentaires du genou grâce à son caractère non invasif, son étude multiplanaire, sa rapidité et sa meilleure résolution comparativement. Elle présente une bonne sensibilité pour les deux ménisques (96,96 % pour le ménisque interne (MI) contre 92,58 % pour le ménisque externe (ME)) et une meilleure spécificité pour le ménisque externe (75 % pour le MI contre 91,48 % pour le ME). L'IRM est plus performante pour éliminer la présence de lésions méniscales que pour confirmer leur présence, comme le démontrent les valeurs prédictives positives (VPP) et négatives (VPN) calculées pour les deux ménisques (VPP : 80 % et 76,47 %, VPN : 96 % et 96,72 % respectivement pour le MI et le ME). Concernant les ruptures du ligament croisé antérieur (LCA), elle présente une bonne sensibilité et spécificité (93,02 % et 88,23 %). Elle est plus performante pour confirmer une rupture que pour l'exclure, avec une meilleure VPP (95,2 %) contre une VPN de 83 %.

Bien que ces résultats mettent en valeur l'apport de l'IRM, nous pensons que l'arthroscopie conserve toute sa place dans le traitement des lésions méniscales et ligamentaires, ainsi que dans le diagnostic, notamment en cas de discordance clinico-radiologique. Ces deux examens demeurent complémentaires l'un par rapport à l'autre, particulièrement lorsque l'IRM est positive.

RESUME

Titre : Corrélation IRM- ARTHROSCOPIE dans le diagnostic des Lésions Méniscales et ligamentaires du Genou

Auteur : Dr KHALIL CHAFI

Rapporteur : Pr ZAINOUN BRAHIM

Objectif : Notre but était de comparer les lésions ménisco-ligamentaires révélées par IRM et ceux de l'arthroscopie afin d'apprécier la sensibilité, la spécificité, la VPP et la VPN de l'IRM.

Introduction : les lésions méniscales et ligamentaires constituent une pathologie fréquente chez le sujet jeune sportif. La clinique garde une place dans le diagnostic positif mais l'IRM parait actuellement le moyen d'exploration complémentaire le plus performant de ces lésions.

Matériels et méthodes : nous présentons dans ce travail une une étude rétrospective, étalée sur 5 ans, menée sur 50 patients colligés au service de traumatologie et explorés au service de radiologie de l'Hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknès, chez qui nous avons suspecté une lésion des structures ménisco-ligamentaires du genou par le biais d'un interrogatoire et d'un examen clinique bienfait.

Résultats : Dans notre série, l'âge moyen des patients est de 33 ans, le sexe masculin est prédominant avec 98% et les accidents de sport sont les plus responsables des lésions méniscales. Les motifs de consultation sont dominés par la douleur (100% des cas), d'instabilité du genou (68%) de blocage (30%), d'épisodes de gonflement du genou (15%) ou d'impotence fonctionnelle (2%), la corne postérieure

du ménisque interne étant la plus lésée. L'examen clinique retrouvait un syndrome méniscal chez 75% des patients, une laxité antéro-postérieure chez 73%, une laxité périphérique chez 2% et un choc rotulien chez 7% des patients. La Corrélation IRM-Arthroscopie est appréciée à l'aide de la sensibilité et de spécificité qui sont respectivement de 96% et 75% pour le MI ; 92% et 91% pour le ME et 93% et 88% pour LCA.

Discussion : Les bonnes valeurs prédictives positives et négatives respectivement 80% et 96 % pour le MI et 76% et 96% pour le ME et 94,4% et 100% pour LCA, pourraient justifier la décision de renoncer à l'arthroscopie à visée diagnostique. Nos faux positifs étaient essentiellement des fissures et des méniscopathie dégénérative. En comparant nos résultats à ceux de la littérature, nous constatant que ces valeurs sont globalement similaires. On peut donc conclure que l'IRM a une meilleure sensibilité au niveau du ménisque interne , une meilleur spécificité au niveau du ménisque externe et une importante fiabilité pour l'exclusion des lésions méniscales que pour les confirmer

Conclusion : On peut donc conclure que IRM normale permet à priori d'éliminer le diagnostic de lésion méniscale et donc inutile de proposer une arthroscopie. En revanche le risque de diagnostic abusif existe devant une IRM anormale.

Abstract

Title: MRI-Arthroscopy Correlation in the Diagnosis of Meniscal and Ligamentous Knee Injuries

Author: Dr. Khalil Chafi

Supervisor: Prof. Zainoun Brahim

Objective: Our aim was to compare the meniscal and ligamentous injuries revealed by MRI and arthroscopy to assess the sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of MRI.

Introduction: Meniscal and ligamentous injuries are common among young athletes. Clinical examination plays a role in the positive diagnosis, but MRI is currently considered the most effective complementary exploration method for these injuries.

Materials and Methods: This retrospective study spans five years and includes 50 patients admitted to the trauma service and examined in the radiology department of the Military Hospital Moulay Ismail in Meknes. These patients were suspected of having meniscal and ligamentous knee injuries based on clinical history and thorough examination.

Results: In our series, the average age of patients is 33 years, with a predominance of males (98%). Sports accidents are the leading cause of meniscal injuries. Consultation reasons are dominated by pain (100% of cases), knee instability (68%), locking (30%), episodes of knee swelling (15%), or functional impotence (2%), with the posterior horn of the medial meniscus being the most injured. Clinical examination found a meniscal syndrome in 75% of patients, anteroposterior laxity in

73%, peripheral laxity in 2%, and patellar shock in 7% of patients. The MRI-Arthroscopy correlation is evaluated using sensitivity and specificity, which are 96% and 75% for the medial meniscus (MM); 92% and 91% for the lateral meniscus (LM); and 93% and 88% for the anterior cruciate ligament (ACL), respectively.

Discussion: The positive and negative predictive values, 80% and 96% for the MM, 76% and 96% for the LM, and 94.4% and 100% for the ACL, could justify the decision to forgo diagnostic arthroscopy. Our false positives were mainly fissures and degenerative meniscopathies. Comparing our results with the literature, we find that these values are generally similar. Thus, we can conclude that MRI has better sensitivity for the medial meniscus, better specificity for the lateral meniscus, and is highly reliable for excluding meniscal injuries rather than confirming them.

Conclusion: We can conclude that a normal MRI can effectively rule out the diagnosis of meniscal injury, making diagnostic arthroscopy unnecessary. However, there is a risk of overdiagnosis with an abnormal MRI.

BIBLIOGRAPHIE

1. H. Ahmad Khan, H. Ahad, P. Sharma, P. Bajaj, N. Hassan, et Y. Kamal, « Correlation Between Magnetic Resonance Imaging and Arthroscopic Findings in the Knee Joint », Trauma Mon., vol. 20, no. 1, janv. 2015, doi:10.5812/traumamon.18635.
2. C. Marion, « La méniscalgie: étude comparative entre la méniscectomie partielle et l'infiltration du mur méniscal échoguidée », Médecine humaine et pathologie, 2016, dumas-01306094.
3. Stefano Bianchi, Bruno Vande Berg, Nicolas Sans, « LE GENOU PLURI DISCIPLINAIRE », Sauramps Medical, 10/08/2006. ISBN 9782840234616.
4. P. Klein, Peter Sommerfeld, Biomécanique des membres inferieures : Bases et concepts, bassin, membres inférieurs, 2008, Elsevier Masson SAS.
5. Sémiologie des lésions méniscales, http://www.amiform.com/web/dpc-en-ligne-2015/traumatologie-1/genou/semiologie_genou.pdf
6. A. Ma, M. Na, B. Rh, H. Me, S. Mv, et W. Rw, « The Use of MRI in Evaluating Knee Pain in Patients Aged 40 Years and Older », J. Am. Acad. Orthop. Surg., vol. 24, no. 9, sept. 2016, doi:10.5435/JAAOS-D-15-00681.
7. S. Lustig, E. Servien, S. Parratte, G. Demey, et P. Neyret, « Lésions ligamentaires récentes du genou de l'adulte », EMC - Appar. Locomoteur, vol. 8, no. 1, p. 1-17, janv. 2013, doi:10.1016/S0246-0521(12)58587-6.
8. A. A. E. Jah, S. Keyhani, R. Zarei, et A. K. Moghaddam, « Accuracy of MRI in comparison with clinical and arthroscopic findings in ligamentous and meniscal injuries of the knee », vol. 71, p. 8, 2005.

9. K. Shantanu, S. Singh, S. Srivastava, et A. K. Saroj, « The Validation of Clinical Examination and MRI as a Diagnostic Tool for Cruciate Ligaments and Meniscus Injuries of the Knee Against Diagnostic Arthroscopy », Cureus, juin 2021, doi:10.7759/cureus.15727.

10. M. J. Sampson, M. P. Jackson, C. J. Moran, R. Moran, S. J. Eustace, et S. Shine, « Three Tesla MRI for the diagnosis of meniscal and anterior cruciate ligament pathology: a comparison to arthroscopic findings », Clin. Radiol., vol. 63, no. 10, p. 1106-1111, oct. 2008, doi:10.1016/j.crad.2008.04.008.

11. N. Orlando Júnior, M. G. de Souza Leão, et N. H. C. de Oliveira, « Diagnosis of knee injuries: comparison of the physical examination and magnetic resonance imaging with the findings from arthroscopy », Rev. Bras. Ortop. Engl. Ed., vol. 50, no 6, p. 712-719, nov. 2015, doi:10.1016/j.rboe.2015.10.007.

12. O. Margad, J. Boukhris, M. Daoudi, O. Azriouil, et K. Koulali, « Les Lésions Méniscales Du Genou, Corrélation Entre IRM Et Arthroscopie A Propos De 30 Cas. The Meniscal Lesions Of Knee, Correlation Between MRI And Arthroscop About 30 Cases. », p. 4.

13. Adjénouk, « Apport de l'IRM dans le diagnostic de la pathologie du genou ».

14. A. Elhassani, « Corrélation IRM-ARTHROSCOPIE dans le diagnostic des Lésions Méniscales et ligamentaires du Genou (Expérience de service traumato-orthopédie de l'Hôpital IBN TOFAIL CHU Mohammed VI de Marrakech) ».

15. M. O. Idrissi, « CORRÉLATION IRM GENOU ET ARTHROSCOPIE (A PROPOS DE 120 MALADES) », p. 29.

16. V. Legré-Boyer et T. Boyer, « Examen clinique d'un genou douloureux », Rev. Rhum. Monogr., vol. 83, no 3, p. 133-137, juin 2016, doi:10.1016/j.monrhu.2016.04.001.

17. M. Blyth, « Diagnostic accuracy of the Thessaly test, standardised clinical history and other clinical examination tests (Apley's, McMurray's and joint line tenderness) for meniscal tears in comparison with magnetic resonance imaging diagnosis », Health Technol. Assess., vol. 19, no 62, p. 1-62, août 2015, doi:10.3310/hta19620.

18. S. Dojcinovic, E. Servien, T. A. S. Selmi, C. Bussière, et P. Neyret, « Instabilités du genou », EMC - Rhumatol.-Orthopédie, vol. 2, no 4, p. 411-442, juill. 2005, doi:10.1016/j.emcrho.2005.04.003.

19. A. Schneider, L. Louboutin, S. Lustig, P. Neyret, et E. Servien, « Exploration d'une instabilité chronique du genou », Rev. Rhum. Monogr., vol. 83, no 2, p. 97-102, avr. 2016, doi:10.1016/j.monrhu.2016.01.006.

20. D. Tourdias, « L'encoche du condyle fémoral externe, un signe indirect majeur de rupture totale du ligament croisé antérieur », Ann. Fr. Médecine Urgence, vol. 3, no 5, p. 313-314, sept. 2013, doi:10.1007/s13341-013-0312-3.

21. J.-D. Albert et F. Marin, « Intérêt diagnostique et thérapeutique de l'échographie du genou », Rev. Rhum., vol. 73, no 6, p. 625-632, juin 2006, doi:10.1016/j.rhum.2006.03.007.

22. M. Bouramadiallo, Apport diagnostique de l'échographie dans la pathologie du genou à propos de 50 cas. Université de Bamako, 2007.

23. R. Azzoni et P. Cabitza, « Is there a role for sonography in the diagnosis of tears of the knee menisci? », J. Clin. Ultrasound, vol. 30, no 8, p. 472-476, oct. 2002, doi:10.1002/jcu.10106.

24. M. J. Rutten, J. M. Collins, A. van Kampen, et G. J. Jager, « Meniscal cysts: detection with high-resolution sonography », AJR Am. J. Roentgenol., vol. 171, no 2, p. 491-496, août 1998, doi:10.2214/ajr.171.2.9694482.

25. M. Court-Payen, « Sonography of the knee: intra-articular pathology », J. Clin. Ultrasound, vol. 32, no 9, p. 481-490, déc. 2004, doi:10.1002/jcu.20069.

26. L. Friedman, K. Finlay, et E. Jurriaans, « Ultrasound of the knee », Skeletal Radiol., vol. 30, no 7, p. 361-377, juill. 2001, doi:10.1007/s002560100380.

27. J. B. Pialat, Imagerie du Genou. DIUD arthroscopie Lyon 31 janvier Radiologie, CH Lyon-Sudet CH Centre.

28. R. A. Marder, J. R. Raskind, et M. Carroll, « Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons », Am. J. Sports Med., vol. 19, no 5, p. 478-484, oct. 1991, doi:10.1177/036354659101900510.

29. M. Faruch-Bilfeld, F. Lapegue, H. Chiavassa, et N. Sans, « Imaging of meniscus and ligament injuries of the knee », Diagn. Interv. Imaging, vol. 97, no 7-8, p. 749-765, juill. 2016, doi:10.1016/j.diii.2016.07.003.

30. C. Milne, « Diagnostic imaging: orthopaedics », Br. J. Sports Med., vol. 40, no 4, p. 373, avr. 2006, doi:10.1136/bjsm.2005.024539.

31. DIETEMANN JL, VETTER D., Contre-indications et précautions à prendre en rapport avec une exploration IRM. Journées Françaises de Radiologie, poster électronique 2013.

32. SIGAL R., « Contre-indications en IRM », Rev. Prat, vol. 42, no 6, p. 25-26, 1992.

33. E. Masson, « Effets secondaires, contre-indications, précautions, accidents et incidents en IRM », EM-Consulte, [en ligne] https://www.em-consulte.com/article/57203/effets-secondaires-contre-indications-precautions.

34. DAVIES A. P., CALDER D. A., MARSHALL T., et GLASGOW M. M., « Plain radiography in the degenerate knee. A case for change », Br. J. Bone Joint Surg., vol. 81, no 4, p. 632-635, 1999.

35. AURET L., LE MAREC D., et DION A. M., « Comment nous faisons une IRM du genou », Feuillets de Radiologie, vol. 40, no 6, p. 506-513, 2000.

36. E. Masson, « Instrumentation en IRM. Critères de choix et implantation d'un équipement », EM-Consulte, [en ligne] https://www.em-consulte.com/article/68745/instrumentation-en-irm-criteres-de-choix-et-implan.

37. SHAHABPOUR M., DEMEYERE N., et DEMAESENEER M., « Anatomie normale du genou en imagerie par résonance magnétique », Encyclopédie médico-chirurgicale, Radiologie, vol. 2, p. 165-182, 2005.

38. J. F. Griffith, « How to Report: Knee MRI », Semin. Musculoskelet. Radiol., vol. 25, no 5, p. 690-699, oct. 2021, doi:10.1055/s-0041-1736585.

39. J.-N. Ravey, L. Pittet-Barbier, et M. Coulomb, « Imagerie par résonance magnétique des lésions méniscoligamentaires du genou », EMC - Radiol., vol. 1, no 4, p. 393-425, août 2004, doi:10.1016/j.emcrad.2004.02.003.

40. E. Masson, « Lésions traumatiques des ménisques du genou », EM-Consulte, [enligne] https://www.em-consulte.com/article/37133/lesions-traumatiques-des-menisques-du-genou.

41. B. V. Berg, F. Lecouvet, B. Maldague, et J. Malghem, « Imagerie par résonance magnétique des lésions méniscales : le cahier des charges », p. 8, 2005.

42. S. Ousehal, « Thèse n°26-2014 : CD-ROM d'autoformation d'IRM du genou : radio-anatomie normale et lésions post-traumatiques ».

43. A. Al-Awa, M. Shahabpour, M. Maeseneer, J. De Mey, et R. Kadi, « Variantes et images pièges en IRM du genou », 2020.

44. S. Asfari, Q. Chuzel, B. Bordet, et J.-B. Pialat, « L'imagerie d'un LCA traumatique», J. Imag. Diagn. Interv., vol. 3, no 6, p. 409-421, déc. 2020, doi:10.1016/j.jidi.2020.07.005.

45. W.-H. Jee et al., « Meniscal tear configurations: categorization with MR imaging», AJR Am. J. Roentgenol., vol. 180, no 1, p. 93-97, janv. 2003, doi:10.2214/ajr.180.1.1800093.

46. Pierre Baillet, « Techniques d'imagerie pathologique méniscale et cartilagineuse», CHU de Clermont-Ferrand, février 2020, p. 49.

47. J. M. Elliott, P. F. Tirman, A. J. Grainger, D. H. Brown, R. S. Campbell, et H. K. Genant, « MR appearances of the locked knee », Br. J. Radiol., vol. 73, no 874, p. 1120-1126, oct. 2000, doi:10.1259/bjr.73.874.11271909.

48. A. O. Cargill et J. P. Jackson, « Bucket-handle tear of the medial meniscus. A case for conservative surgery », J. Bone Joint Surg. Am., vol. 58, no 2, p. 248-251, mars 1976.

49. G. Weber-Donat, E. Pons-Ukkola, C. Labrunye, C. Teriitehau, J. Baccialone, et J. Potet, « Place de l'IRM dans la prise en charge des lésions méniscales instables», Feuill. Radiol., vol. 52, no 6, p. 307-313, déc. 2012, doi:10.1016/j.frad.2012.05.001.

50. S. E. Campbell, T. G. Sanders, et W. B. Morrison, « MRI Imaging of Meniscal Cysts: Incidence, Location, and Clinical Significance », Am. J. Roentgenol., vol. 177, no 2, p. 409-413, août 2001, doi:10.2214/ajr.177.2.1770409.

51. O. Jellouli, B. Slioui, T. Amil, et H. Ennouali, « Ménisque discoïde », Feuill. Radiol., vol. 55, no 2, p. 120-122, avr. 2015, doi:10.1016/j.frad.2015.02.001.

52. S. Tiztini, Thèse 8-08 FMPF : l'apport de l'IRM dans la pathologie traumatique du genou : à propos de 19 cas.

53. M. M. Adel, Thèse N°193/17 : APPORTS DE L'IRM DANS LES TRAUMATISMES DU GENOU (À PROPOS DE 100 CAS), p. 141.

54. D. Guenoun, T. Le Corroller, Z. Amous, V. Pauly, A. Sbihi, et P. Champsaur, « Apport de l'IRM dans le diagnostic des ruptures traumatiques du ligament croisé antérieur », J. Radiol. Diagn. Interv., vol. 93, no 5, p. 357-367, mai 2012, doi:10.1016/j.jradio.2011.02.030.

55. K.-J. Tsai, H. Chiang, et C.-C. Jiang, « Magnetic resonance imaging of anterior cruciate ligament rupture », BMC Musculoskelet. Disord., vol. 5, p. 21, juill. 2004, doi:10.1186/1471-2474-5-21.

56. B. E. Smith, D. Thacker, A. Crewe-Smith, et M. Hall, « Special tests for assessing meniscal tears within the knee: a systematic review and meta-analysis », Evid. Based Med., vol. 20, no 3, p. 88-97, juin 2015, doi:10.1136/ebmed-2014-110160.

57. C. Poëy, « Imagerie des ligaments du genou », p. 55.

58. Paul Segond, Publication du progrès médical : Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou parentorse, Paris 1879.

59. C. J. Gottsegen, B. A. Eyer, E. A. White, T. J. Learch, et D. Forrester, « Avulsion Fractures of the Knee: Imaging Findings and Clinical Significance », RadioGraphics, vol. 28, no 6, p. 1755-1770, oct. 2008, doi:10.1148/rg.286085503.

60. J. C. Campos, « Pathogenesis of the Segond Fracture: Anatomic and MR Imaging Evidence of an Iliotibial Tract or Anterior Oblique Band Avulsion », Radiology, vol. 219, no 2, p. 381-386, mai 2001, doi:10.1148/radiology.219.2.r01ma23381.

61. A. P. Cohen, D. King, et A. J. Gibbon, « Impingement fracture of the anteromedial tibial margin: a radiographic sign of combined posterolateral complex and posterior cruciate ligament disruption », Skeletal Radiol., vol. 30, no 2, p. 114-116, févr. 2001, doi:10.1007/s002560000309.

62. H. A. P. Archbold, S. Sloan, et R. Nicholas, « A tibial plateau fracture in a knee dislocation: a subtle sign of major ligamentous disruption », Injury, vol. 35, no 9, p. 945-947, sept. 2004, doi:10.1016/j.injury.2004.01.013.

63. K. K. Chan, D. Resnick, D. Goodwin, et L. L. Seeger, « Posteromedial tibial plateau injury including avulsion fracture of the semimembranosus tendon insertion site: ancillary sign of anterior cruciate ligament tear at MR imaging », Radiology, vol. 211, no 3, p. 754-758, juin 1999, doi:10.1148/radiology.211.3.r99jn16754.

64. O. Kulkarni, G. N. Pundkar, S. B. Sonar, A comparative study of MRI versus arthroscopic findings in ACL and meniscal injuries of the knee.

65. F. Rayan, S. Bhonsle, et D. D. Shukla, « Clinical, MRI, and arthroscopic correlation in meniscal and anterior cruciate ligament injuries », Int. Orthop., vol. 33, no 1, p. 129-132, févr. 2009, doi:10.1007/s00264-008-0520-4.

66. L. K. Horton, J. A. Jacobson, J. Lin, et C. W. Hayes, « MR imaging of anterior cruciate ligament reconstruction graft », AJR Am. J. Roentgenol., vol. 175, no 4, p. 1091-1097, oct. 2000, doi:10.2214/ajr.175.4.1751091.

67. M. P. Recht, R. D. Parker, et J. M. Irizarry, « Second time around: evaluating the postoperative anterior cruciate ligament », Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am., vol. 8, no 2, p. 285-297, mai 2000.

68. T. G. Sanders, « MR imaging of postoperative ligaments of the knee », Semin. Musculoskelet. Radiol., vol. 6, no 1, p. 19-33, mars 2002, doi:10.1055/s-2002-23161.

69. P. Kulczycka, A. Larbi, J. Malghem, E. Thienpont, B. VandeBerg, et F. Lecouvet, « Imagerie des plasties du LCA et de leurs complications », J. Radiol. Diagn. Interv., vol. 96, p. S85-S94, sept. 2015, doi:10.1016/j.jradio.2014.01.013.

70. X. Ayral, «Rheumatological arthroscopy or research arthroscopy in rheumatology? », Rheumatology, vol. 37, no 10, p. 1039-1041, oct. 1998, doi:10.1093/rheumatology/37.10.1039.

71. V. Chassaing, J. Lemoine, « Arthroscopie du genou », Groupe de chirurgie orthopédique et sportive des Maussins, 2004.

72. M. Aissi, Thèse 35-13 : Traitement des lésions méniscales sous arthroscopie : étude clinique rétrospective de 46 cas au service de traumatologie orthopédie B du CHU Mohammed VI Marrakech de 2005 à 2010.

73. J. B. Moseley, « A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee », N. Engl. J. Med., vol. 347, no 2, p. 81-88, juill. 2002, doi:10.1056/NEJMoa013259.

74. U. K. Sharma, « Clinical, MRI and arthroscopic correlation in internal derangement of knee », Kathmandu Univ. Med. J. KUMJ, vol. 9, no 35, p. 174-178, sept. 2011, doi:10.3126/kumj.v9i3.6300.

75. S. V. Herrlin, P. O. Wange, G. Lapidus, M. Hållander, S. Werner, et L. Weidenhielm, « Is arthroscopic surgery beneficial in treating non-traumatic, degenerative medial meniscal tears? A five year follow-up », Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. Off. J. ESSKA, vol. 21, no 2, p. 358-364, févr. 2013, doi:10.1007/s00167-012-1960-3.

76. N. Thomas, « ARTHROSCOPIE-GENOU », Service de Chirurgie Orthopédique CHU Saint-Étienne, Lyon, p. 17, 2019.

77. A. Banach, « Visual Localisation for Knee Arthroscopy », Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg., vol. 16, no 12, p. 2137-2145, déc. 2021, doi:10.1007/s11548-021-02444-8.

78. T. Wredmark, R. Lundh, « Arthroscopy under local anaesthesia using controlled pressure-irrigation with prilocaine », J. Bone Joint Surg. Br., vol. 64, no 5, p. 583-585, 1982, doi:10.1302/0301-620X.64B5.6897247.

79. Philippe Neyret, Guillaume Demey, Elvire Servien, Sébastien Lustig, Traité de chirurgie du genou - Orthopédie-traumatologie de l'adulte, 9782294715105.

80. A. Amendola, Tarik Aït Si Selmi, X. Ayral, Jacques Bahuaud, Arthroscopie. Généralités, genou, cheville, hanche, épaule, coude, poignet, extra-articulaire, 2e édition.

81. P. A. Faraj, « Corrélation IRM-arthroscopie dans les lésions méniscales du genou», p. 173.

82. P. Beaufil et N. Pujol, « Management of traumatic meniscal tear and degenerative meniscal lesions. Save the meniscus », Orthop. Traumatol. Surg. Res., vol. 103, no 8, Supplement, p. S237-S244, déc. 2017, doi:10.1016/j.otsr.2017.08.003.

83. R. Sihvonen, M. Englund, A. Turkiewicz, T. L. N. Järvinen, et Finnish Degenerative Meniscal Lesion Study Group, « Mechanical Symptoms and Arthroscopic Partial Meniscectomy in Patients With Degenerative Meniscus Tear: A Secondary Analysis of a Randomized Trial », Ann. Intern. Med., vol. 164, no 7, p. 449-455, avr. 2016, doi:10.7326/M15-0899.

84. T. Spalding, « Meniscal Repair Techniques », Clinics in Sports Medicine, vol. 39, no 1, p. 37-56, janv. 2020, doi:10.1016/j.csm.2019.08.012.

85. P. R. Kurzweil, W. D. Cannon, et K. E. DeHaven, « Meniscus Repair and Replacement », Sports Med. Arthrosc. Rev., vol. 26, no 4, p. 160-164, déc. 2018, doi:10.1097/JSA.0000000000000224.

86. P. Landreau, « Techniques de reconstruction isolée du ligament croisé postérieur », dans 18 Mises au Point en Chirurgie du Genou, Elsevier, 2013, p. 76-92, doi:10.1016/B978-2-294-74053-4.00006-6.

87. L. Zieleskiewicz, M. Leone, et C. Martin, « ANTIBIOPROPHYLAXIE EN CHIRURGIE », service d'Anesthésie-Réanimation Hôpital Nord Bd Pierre Dramard-13915 Marseille, p. 8.

88. R. M. Neagoe, S. Bancu, M. Muresan, et D. Sala, « Major vascular injuries complicating knee arthroscopy », Videosurgery Miniinvasive Tech., vol. 10, no 2, p. 266-274, juill. 2015, doi:10.5114/wiitm.2015.52559.

89. K. Bernhoff, « Incidence and Outcome of Popliteal Artery Injury Associated with Knee Dislocations, Ligamentous Injuries, and Close to Knee Fractures: A Nationwide Population-Based Cohort Study », European Journal of Vascular and Endovascular Surgery, DOI: https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2020.10.017.

90. J. Stone, « Degenerative meniscus tears - assimilation of evidence and consensus statements across three continents: state of the art », Semantic Scholar, DOI: 10.1136/jisakos-2015-000003.

91. R. Crawford, G. Walley, S. Bridgman, et N. Maffulli, « Magnetic resonance imaging versus arthroscopy in the diagnosis of knee pathology, concentrating on meniscal lesions and ACL tears: a systematic review », Br. Med. Bull., vol. 84, no 1, p. 5-23, sept. 2007, doi:10.1093/bmb/ldm022.