



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2022

Thèse N°051

Le rôle de l'IRM dans le diagnostic et le bilan lésionnel du syndrome fémoro-patellaire

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 10/03/2022
PAR

Mr. Amine LAALOU

Né le 04 Mars 1996 à Marrakech

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS

IRM – Syndrome fémoro-patellaire – Douleur du genou

JURY

M. R. CHAFIK

Professeur de Traumatologie-orthopédie

PRESIDENT

Mme. M. OUALI IDRISI

Professeur de Radiologie

RAPPORTEUR

M. E.M. ATMANE

Professeur de Radiologie

JUGE

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي
أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ
صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي
إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ"

صدق الله العظيم

سورة النمل

الآية 19

Serment d'Hippocrate



Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but. Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères. Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception. Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Déclaration Genève, 1948





LISTE DES PROFESSEURS



UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie	ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anésthésie- réanimation	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie- obstétrique	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
ADALI Imane	Psychiatrie	GHOUNDALE Omar	Urologie
ADMOU Brahim	Immunologie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
AGHOUTANE EI Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AISSAOUI Younes	Anesthésie - réanimation	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HOCAR Ouafa	Dermatologie

AIT BENALI Said	Neurochirurgie	JALAL Hicham	Radiologie
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie– obstétrique	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie– réanimation
ALJ Soumaya	Radiologie	KHATOURI Ali	Cardiologie
AMAL Said	Dermatologie	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie
AMINE Mohamed	Epidémiologie– clinique	KISSANI Najib	Neurologie
AMMAR Haddou	Oto–rhino–laryngologie	KRATI Khadija	Gastro– entérologie
AMRO Lamyae	Pneumo– phtisiologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie –Virologie	LAKMICHI Mohamed Amine	Urologie
ASMOUKI Hamid	Gynécologie– obstétrique	LAOUAD Inass	Néphrologie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LOUHAB Nisrine	Neurologie
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
BASRAOUI Dounia	Radiologie	MADHAR Si Mohamed	Traumato– orthopédie
BASSIR Ahlam	Gynécologie– obstétrique	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BELKHOUE Ahlam	Rhumatologie	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENALI Abdeslam	Psychiatrie	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie – réanimation
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BENELKHAIAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie – générale	MOUFID Kamal	Urologie
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie – orthopédie	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie

BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo- phtisiologie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie - chimie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio- Vasculaire	NIAMANE Radouane	Rhumatologie
BOURRAHOUAT Aicha	Pédiatrie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
BOURROUS Monir	Pédiatrie	OUBAHA Sofia	Physiologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie	QACIF Hassan	Médecine interne
CHAKOUR Mohamed	Hématologie Biologique	QAMOUSS Youssef	Anesthésie- réanimation
CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	RADA Nouredine	Pédiatrie
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
DAHAMI Zakaria	Urologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie- réanimation	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	SARF Ismail	Urologie
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	SORAA Nabila	Microbiologie - Virologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	TASSI Noura	Maladies infectieuses

EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	TAZI Mohamed Illias	Hématologie – clinique
EL HAOURY Hanane	Traumato– orthopédie	YOUNOUS Said	Anesthésie – réanimation
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie – virologie
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZIADI Amra	Anesthésie – réanimation
EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale	ZOUHAIR Said	Microbiologie
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ZYANI Mohammed	Médecine interne
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie		

Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	GHAZI Mirieme	Rhumatologie
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie–embyologie cytogénétique
AIT BATAHAR Salma	Pneumo– phtisiologie	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	KADDOURI Said	Médecine interne
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
BELBACHIR Anass	Anatomie– pathologique	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BELHADJ Ayoub	Anesthésie –Réanimation	MARGAD Omar	Traumatologie – orthopédie
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo– phtisiologie	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto–Rhino – Laryngologie

BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	NADER Youssef	Traumatologie – orthopédie
CHRAA Mohamed	Physiologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
DAROUASSI Youssef	Oto–Rhino – Laryngologie	SEDDIKI Rachid	Anesthésie – Réanimation
EL HAOUATI Rachid	Chirurgie Cardio– vasculaire	SERGHINI Issam	Anesthésie – Réanimation
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	ZARROUKI Youssef	Anesthésie – Réanimation
EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie thoracique
FAKHRI Anass	Histologie– embyologie cytogénétique		

Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
AABBASSI Bouchra	Pédopsychiatrie	ESSADI Ismail	Oncologie Médicale
ABALLA Najoua	Chirurgie pédiatrique	FASSI FIHRI Mohamed jawad	Chirurgie générale
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	FDIL Naima	Chimie de Coordination Bio– organique
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique
ABOULMAKARIM Siham	Biochimie	HAJHOUI Farouk	Neurochirurgie
ACHKOUN Abdessalam	Anatomie	HAJJI Fouad	Urologie
AIT ERRAMI Adil	Gastro–entérologie	HAMMI Salah Eddine	Médecine interne
AKKA Rachid	Gastro – entérologie	Hammoune Nabil	Radiologie
ALAOUI Hassan	Anesthésie – Réanimation	HAMRI Asma	Chirurgie Générale

ALJALIL Abdelfattah	Oto-rhino-laryngologie	HAZIME Raja	Immunologie
AMINE Abdellah	Cardiologie	JALLAL Hamid	Cardiologie
ARROB Adil	Chirurgie réparatrice et plastique	JANAH Hicham	Pneumo- phtisiologie
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
AZAMI Mohamed Amine	Anatomie pathologique	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Hématologie clinique
AZIZ Zakaria	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	LAHMINI Widad	Pédiatrie
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	LALYA Issam	Radiothérapie
BABA Hicham	Chirurgie générale	LAMRANI HANCH Asmae	Microbiologie-virologie
BELARBI Marouane	Néphrologie	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	MAOUJOUD Omar	Néphrologie
BELGHMAIDI Sarah	Ophtalmologie	MEFTAH Azzelarab	Endocrinologie et maladies métaboliques
BELLASRI Salah	Radiologie	MESSAOUDI Redouane	Ophtalmologie
BENANTAR Lamia	Neurochirurgie	MILOUDI Mohcine	Microbiologie – Virologie
BENCHAFAI Ilias	Oto-rhino-laryngologie	MOUGUI Ahmed	Rhumatologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie	NASSIH Houda	Pédiatrie
BENZALIM Meriam	Radiologie	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
BOUTAKIOUTE Badr	Radiologie	OUEIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
CHAHBI Zakaria	Maladies infectieuses	OUMERZOUK Jawad	Neurologie
CHEGGOUR Mouna	Biochimie	RAGGABI Amine	Neurologie
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	RAISSI Abderrahim	Hématologie clinique
CHETTATI Mariam	Néphrologie	REBAHI Houssam	Anesthésie – Réanimation
DAMI Abdallah	Médecine Légale	RHARRASSI Isam	Anatomie-pathologique
DARFAOUI Mouna	Radiothérapie	RHEZALI Manal	Anesthésie-réanimation
DOUIREK Fouzia	Anesthésie- réanimation	ROUKHSI Redouane	Radiologie
EL- AKHIRI Mohammed	Oto- rhino- laryngologie	SAHRAOUI Houssam Eddine	Anesthésie-réanimation

EL AMIRI My Ahmed	Chimie de Coordination bio-organnique	SALLAHI Hicham	Traumatologie- orthopédie
EL FADLI Mohammed	Oncologie médicale	SAYAGH Sanae	Hématologie
EL FAKIRI Karima	Pédiatrie	SBAAI Mohammed	Parasitologie-mycologie
EL GAMRANI Younes	Gastro-entérologie	SBAI Asma	Informatique
EL HAKKOUNI Awatif	Parasitologie mycologie	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
EL JADI Hamza	Endocrinologie et maladies métaboliques	SIRBOU Rachid	Médecine d'urgence et de catastrophe
EL KHASSOUI Amine	Chirurgie pédiatrique	SLIOUI Badr	Radiologie
ELATIQUI Oumkeltoum	Chirurgie réparatrice et plastique	WARDA Karima	Microbiologie
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	YAHYAOUI Hicham	Hématologie
ELJAMILI Mohammed	Cardiologie	ZBITOU Mohamed Anas	Cardiologie
ELOUARDI Youssef	Anesthésie réanimation	ZOUITA Btissam	Radiologie
EL-QADIRY Rabiyy	Pédiatrie	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio- vasculaire

LISTE ARRÊTÉE LE 23/06/2021



DÉDICACES



Mon père Dr Laalou Abdelrhani

Que dire au risque de me répéter. Une vie ne serait pas suffisante pour te remercier, et les plus beaux mots de la littérature ne pourraient exprimer à juste titre tout l'amour, le respect et l'admiration que j'ai pour toi.

Tu es mon repère, ma force et mon ultime exemple.

Tu es la droiture, tu es la générosité, tu es l'Homme à qui je dois absolument tout.

J'espère être à la hauteur de l'éducation que tu m'as inculqué et ne jamais te décevoir.

Les valeurs d'honnêteté, d'intégrité et de dépassement de soi que tu n'as eu de cesse de défendre trouveront toujours écho dans mon âme et esprit.

Toi qui m'as donné la passion de ce noble métier, tu m'as transmis tout l'amour que tu lui portes.

Mon rêve est d'un jour te ressembler, plus qu'une idole tu es mon héros. J'espère que ce modeste travail te rendra fier et je te promets qu'il ne sera que le début d'un tas d'accomplissements que je te dédie déjà.

Et ce n'est pas de la démagogie que de dire que tu es le meilleur père qu'on puisse espérer sur cette terre.

Tu es et resteras à jamais le véritable Dr Laalou.

Ma mère Skiredj Oumaïma

Tu es la bonté, la douceur, et la joie de vivre incarnées.

Tu as fait énormément de sacrifices pour moi et je t'en serai à jamais reconnaissant.

Tu as su me protéger et me comprendre quand les mots faisaient défaut, et tu m'as toujours poussé à me surpasser pour être une personne meilleure.

Si tu n'existais pas il faudrait t'inventer.

Je ne te remercierais jamais assez pour ce que tu fais pour moi et j'espère être à la hauteur de tes attentes.

Quand tu es blessée, c'est mon cœur qui saigne.

Tu ne nous as pas seulement donnés la vie, mais tu nous as donné la tienne aussi.

Aucun sacrifice ne pourra égaler le tien. L'adage « Un seul être vous manque et tout est dépeuplé » n'a jamais été aussi vrai que quand tu es loin de moi.

J'espère que tu trouveras dans ce travail l'expression de mon amour et ma reconnaissance les plus sincères.

Merci d'exister Maman.

*A ma grand-mère Khadija
A la mémoire de mes grands-parents
A mes oncles et mes tantes et à toute la famille LAALOU et
SKIREDJ*

*J'aurai aimé citer chacun par son nom, mais même mille pages
ne sauraient suffire pour vous témoigner toute mon affection.
Merci d'être là à toutes les épreuves et en tout temps.*

*Ma sœur Zineb LAALOU et son mari Soufiane EL JAZOULI
ZIZOU, quoi que je dise, je ne saurai exprimer l'amour et la
tendresse que j'ai pour toi.*

*Malgré nos petits différents et nos sales caractères tu es une
deuxième maman et ma sœur adorée.*

*Je t'aime de tout mon cœur et aucun mot ni action ne pourra
mesurer l'ampleur de cet amour.*

*Je ne peux imaginer ma vie sans toi tant nos fous rires comptent
pour moi. Ma sœur et consœur.*

*SOUFIANE, toi qui es devenu un deuxième grand frère pour moi et
ami sincère. Tu es la preuve que les liens du sang ne définissent
guère la famille.*

*Merci infiniment pour votre soutien, votre aide et votre générosité
qui ont été pour moi une source de courage et de confiance.*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de l'amour et des liens qui
nous unissent.*

*Puisse Dieu le tout-puissant vous préserver du mal, vous combler de
santé et de bonheur, et vous tracer le chemin que vous souhaitez.*

*Vous avez toute ma gratitude, vous m'avez offert le plus beau
cadeau sur cette terre en la personne de ma petite nièce.*

*Mon frère Ali LAALOU et sa femme Zinah IDRISSI KAITOUNI
ALIOUATE, autant notre père est notre héros autant tu es mon
modèle.*

*Merci pour tout ce que tu fais pour moi fréro, personne sur cette
terre ne me comprend mieux que toi, tant pour mes malheurs que
pour mon humour douteux.*

*Si je pouvais choisir n'importe quel frère sur cette planète je te
choisirai mille fois.*

*Merci de faire de moi une meilleure personne chaque jour que dieu
fait.*

*Zinah, ma belle-sœur préférée, tu as toujours été là pour moi et
saches que je le serai pour toi également.*

*Toutes mes taquineries ne sont que l'expression de mon affection
pour toi.*

De la part de ton petit frère préféré.

Vous m'avez toujours soutenu tout au long de mon parcours.

*Je vous dédie ce travail à vous, mes confrères, et je ne vous
remercierai jamais assez pour tout ce que vous m'avez appris. Que
dieu puisse vous protéger et vous garder à mes côtés pour toute la
vie.*

Ma nièce Nour EL JAZOULI

*Jamais je n'aurai imaginé aimer un être comme je t'aime, ma petite
Nounou.*

Tu as débarqué dans ma vie et tu l'as fait tienne.

*J'ai hâte que tu aies l'âge de lire ces mots et que tu sois fière de ton
tonton.*

*Je te promets d'être l'oncle cool et d'être toujours de ton côté, même
contre tes parents.*

Mes très chers amis Anas JOUAHRI et Fayçal IDAM

Mes acolytes, les personnes avec qui j'ai tout partagé pendant huit ans, merci d'être là dans le meilleur comme dans le pire.

Nous avons passé des moments qui ont rendu nos études médicales moins pénibles, à travers tous nos fous rires, nos nuits blanches et nos facéties.

Vous êtes la meilleure chose que j'ai pu trouver au sein de cette faculté.

Vous êtes la preuve réelle que la famille ne se résume pas au simple fait de partager le même sang : vous êtes des frères pour moi.

En hommage à notre fraternité et aux années à venir. J'espère que cela ne s'arrêtera jamais.

Vous êtes les meilleurs.

Mes très chers amis Yanis TERRAKH, Merwann LUROT, Khalil EL JAHIRI, Souhaïl BELFADLA, Ziriab LISRI, Sidi Mohamed EL ALAOUI

Vous êtes pour moi plus que des amis ! Bientôt 15 ans d'amitié au moins, et encore tellement à venir.

Tellement de souvenirs me reviennent, nos fous rires inoubliables jusqu'à ce que le soleil se lève, nos parties de football, les compétitions à Beaulieu, nos tours en moto, nos dessins de paon ...

Nous n'avions pas grand-chose, mais nous étions tous ensemble et cela suffisait à notre bonheur.

Je trouve toujours en vous le soutien dont j'ai besoin dans les moments difficiles.

Je ne saurais trouver une expression témoignant de ma reconnaissance et des sentiments de fraternité que je vous porte.

En espérant vous retrouver très vite pour nos nombreux voyages à venir.

*Mes très chers amis Jouhaina BOUTGAROUT, Kenza BARAKATE,
Samia BENDAHOU, Marouane JAKANI, Kenza LAOUSY, nadir
INAJJARNE, Chayma HILALI, Khalil MELALI, Nizar NOUIDI,
Yasmine EL OUAFA, Hiba TOUHAMI*

*Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer à
quel point vous comptez pour moi.*

*Merci pour votre temps, pour vos conseils, pour vos encouragements
et votre soutien.*

Je suis vraiment chanceux de vous avoir à mes côtés.

*En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les
moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et
je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*À mes très chers amis Sofia ESSAIFI, Mamoun ELAMRANI, Leïla
BERRADA, Ayoub Driss El ABDI, Selma SENTISSI, Amine
MESSAOUDI*

*Mes compagnons de voyage. Une belle rencontre comme on en fait
peu.*

*À tous ces bons moments passés ensemble, à tous nos éclats de rire, à
nos souvenirs. Je vous souhaite une longue vie pleine de bonheur et
de prospérité.*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de ma reconnaissance et de
mon respect. Merci pour tous les moments formidables qu'on a
partagés.*

J'espère vous avoir comme amis pour le reste de mes jours.

*À mes chers amis Oumayma EL MANSOURI, Mouna EL KADIRI,
Sara JOURANI, Mohamed JIDDI*

*En souvenir des moments agréables passés ensemble et nos
inoubliables voyages, vous trouverez dans ce travail l'expression de
mes sentiments les plus respectueux avec mes vœux de succès, de
bonheur et de bonne santé.*

J'espère que ce travail soit un témoignage de mon affection sincère.

*À mes chers amis Nada SAMKAOUI, Lília BENJELLOUN
SAMKAOUI, Rabab BOURKOULI, Hicham LATNINE, Omar
BENNANI, Mehdi EL ALALOUI, Jaafar BENLYAMANI, Ayoub
KAMILI*

*En témoignage de l'amitié qui nous unit, des expériences qu'on a
vécues, des souvenirs de tous les moments que nous avons passés
ensemble,*

*Je vous dédie ce travail en vous souhaitant une vie pleine de
bonheur et de prospérité.*

*À mes chères amies Yousra ESSAKHI et Soukaina INJIRAH
Que ce travail soit le témoignage des bons moments que nous avons
passé ensemble, des moments qui ont rendu nos études médicales
moins pénibles.*

*Je vous souhaite encore plus de succès et j'espère que notre amitié
durera à jamais.*

*À mes amis Salaheddine YOUNI, Yasmína YASSINE, Zineb
MERNISSI, Zineb ABOUDAR*

*Recevez ce travail en témoignage de mon estime, de mon respect et
de mon attachement.*

*Votre gentillesse et générosité sont telles qu'aucun remerciement ne
pourra les gratifier.*

Je vous souhaite une vie pleine de succès et de bonheur.

À mes amis Radia THALAL, Oussama EL BAROUDI, Ayoub MOUHICINE, Mohamed EL HASSANI, Ouïame KARIM, Ilafé ELMACHI, Intissar KIAL, Selma OUAZZANI-TOUHAMI

Merci pour vos encouragements, votre soutien tout au long de ces années.

Je vous dédie ce travail en reconnaissance à la grande affection que vous me témoignez et pour vous exprimer toute la gratitude et l'amour que je vous porte.

À mes amis Jihane BELKAHIA, Hasna BENKHAHAN, Othman EL ALAMI

Je vous dédie ce travail en témoignage de ma reconnaissance et de mon respect.

Merci pour tous les moments formidables qu'on a partagés.



À mes chers enseignant Mr EL HOUAT, Mr MANSOUM, Mr RAY, Mr DESCHAMP, Mr SUIRE, Mr REY, Mme EISENMANN

Merci d'avoir fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Il m'est particulièrement agréable de vous exprimer ma profonde gratitude et ma grande estime.

À Dr Sara OUASSIL

Vous m'avez accordé beaucoup de votre temps précieux.

Vous m'avez soutenu par vos conseils et vos remarques pertinentes.

Vous trouverez dans ce travail l'expression de mes sincères remerciements.

À toute l'équipe de néonatalogie

*Merci d'avoir rendu mes 6 mois avec vous fructueux et instructifs.
Vous êtes un exemple de générosité, de persévérance, et d'excellence.*

*À mes amis et confrère de la 19 ème promotion CHERKI, SBIHI,
NAFIDI, HADOU, HAMD AOUI, JAMIL, ARABI, MAJHOUL,
BOULAMAAT, AIT ELKIHAL, TOUILITE, MOUMEN, ZTATI,
OUMLOUL, HAZMIRI, BOUHDOUD, ROCHD, AMOU, OUSALM,
MALHABI, KATIF, HAMDANE, EL KADDOURI,
LEMKHOUDDEM, OUAZIZ, MANSAR, OUMAI OUF, BEL-FIRM,
CHARAFI, AFRYAD, BOUMEHDI, LALOULY, ALMAGGOUSSE,
CHADBELLAH, MIMOUNI, MARKOUK, CHAKIR, AKRIM,
AMARAI, ALAOUI, BOUMADIANE, EL ATTAR, ELOUARDI,
HAKIM, MOUSTAHFID, EL MANSOURI, KABBADJ, NEHAM,
MAJIDI, FATHI*

*Les moments qu'on a passés ensemble sont gravés à l'encre indélébile
dans mes pensées.*

*Je vous dédie ce travail en guise de reconnaissance et d'affection
qu'aucune épreuve ne saura effacer, pas même celle du temps.*

À mes amis et confrères de la 17ème et de la 18ème promotion

À mes amis et confrères de la 20ème promotion

*À tous mes collègues de l'association des médecins internes de
Marrakech et du comité, c'est une grande fierté pour moi d'être
parmi vous.*

*À tous ceux que j'ai involontairement omis de citer, toutes les
personnes avec lesquelles j'ai grandi et auprès desquelles je me
suis construit. Merci.*



REMERCIEMENTS



À Notre Maître et Président de Thèse :

Professeur RACHID CHAFIK

*C'est pour moi un grand honneur que vous acceptiez de
présider ma thèse et de siéger au sein de cet honorable jury.
J'ai énormément appris de vous, pendant mes études médicales
et pendant mon stage d'internat, autant sur le plan
scientifique qu'humain.*

*Vos qualités humaines et vos compétences professionnelles vous
rendent admirable.*

*Je vous prie d'accepter, cher maître, l'expression de ma
reconnaissance et mon profond respect.*

*Que ces lignes puissent témoigner de ma gratitude, ma très
haute considération et ma profonde reconnaissance.*

À Notre Maître et Rapporteur de Thèse :

Professeur Mariem OUALI IDRISSE

Permettez-moi de vous remercier du fin fond de mon cœur pour la bienveillance et la gentillesse avec lesquelles vous avez dirigé ce travail.

Vous avez toujours été à l'écoute et d'une disponibilité irréprochable.

Travailler sous votre direction était un réel honneur.

Vos qualités scientifiques, pédagogiques et votre intarissable bonté m'inspirent beaucoup d'admiration et de respect.

Vous êtes un véritable exemple à suivre.

Vous me suivez depuis ma 3^{ème} année médicale, et je n'aurais imaginé thésier avec aucun autre professeur tant mon estime pour vous et la relation avec vous est spéciale.

Au-delà d'un simple étudiant ou confrère, vous avez gagné avec moi un véritable fils qui vous sera redevable à jamais.

Malgré que se fut difficile, les soirées passées à élaborer ce travail en votre compagnie furent un véritable bonheur de par votre bonne humeur et votre sourire toujours au rendez-vous.

Continuer d'inspirer la relève comme vous le faites si bien, avec toujours autant de bienveillance et de compassion.

Vous trouverez dans ce travail le témoignage de ma gratitude et ma reconnaissance infinies.

À notre Maître et juge de Thèse :

Professeur El Mehdi ATMANE

*Je vous remercie vivement pour l'honneur que vous me faites
en acceptant de juger ce travail.*

*Votre gentillesse et votre accueil très aimable m'ont
particulièrement marqué.*

*Que ce travail soit pour moi l'occasion de vous exprimer mon
admiration ainsi que ma gratitude.*

*Veillez croire, cher maître, en mes sentiments les plus
respectueux.*

*À toute l'équipe du service de Radiologie du CHU
Mohammed VI de Marrakech*

*Je vous exprime mes plus sincères remerciements, pour le
grand travail que vous faites et je suis très reconnaissant pour
votre aide tout au long de l'élaboration de notre travail.*



TABLEAUX ET FIGURES



Liste des tableaux

Tableau I	:	Résumé des éléments d'instabilité fémoro-patellaire comprenant la moyenne et l'écart type
Tableau II	:	Résumé des fréquences des signes associés rotulien chez la population cible
Tableau III	:	Tableau comparatif des moyennes d'âges et des intervalles d'âges de notre série avec la littérature
Tableau IV	:	Tableau comparatif du pourcentage de femmes de notre série avec la littérature
Tableau V	:	Tableau comparatif de l'index de Caton de notre série avec la littérature
Tableau VI	:	Tableau comparatif du ratio d'Insall modifié de notre série avec la littérature
Tableau VII	:	Tableau comparatif des patellas dysplasiques de notre série avec la littérature
Tableau VIII	:	Tableau comparatif des nez patellaires de notre série avec la littérature
Tableau IX	:	Tableau comparatif des ratios nez patellaire/patella de notre série avec la littérature
Tableau X	:	Tableau comparatif de l'inclinaison latérale de la trochlée de notre série avec la littérature
Tableau XI	:	Tableau comparatif de la distance TA-GT de notre série avec la littérature

Liste des schémas

- Schéma 1 : Représentation du genou sur une coupe sagittale
- Schéma 2 : Représentation du genou sur une coupe sagittale
- Schéma 3 : Représentation du genou sur une coupe sagittale
- Schéma 4 : Représentation du genou sur une coupe axiale
- Schéma 5 : Représentation du genou sur une coupe axiale

Liste des figures

- Figure 1** : Appareil IRM de la marque Siemens 1,5T
- Figure 2** : IRM du genou en coupe sagittale en séquence T1 : calcul de l'index de Caton
- Figure 3** : IRM du genou en coupe sagittale en séquence T1 : calcul du ratio d'Insall modifié
- Figure 4** : IRM du genou en coupe axiale DP Fat Sat passant par l'angle de la trochlée
- Figure 5** : IRM du genou en coupe axiale
- Figure 6** : IRM du genou en coupe axiale avec $ILT = 16,1^\circ$
- Figure 7** : IRM du genou en coupe axiale avec $PT = 5,1 \text{ mm}$
- Figure 8** : Stade de la chondropathie selon la classification d'Outerbridge
- Figure 9** : IRM du genou en coupe sagittale avec fissures méniscales
- Figure 10** : Répartition de la population par tranche d'âge
- Figure 11** : Répartition de la population selon le sexe
- Figure 12** : Fréquence des signes cliniques retrouvés chez les patients cible
- Figure 13** : Anomalie de la partie antéro-supérieure de la graisse de Hoffa en hypersignal en séquence T2 DP traduisant un syndrome de friction fémoro-patellaire
- Figure 14** : Présence d'hypersignal de la graisse de Hoffa dans la population
- Figure 15** : Répartition de l'index de Caton des patients de notre série
- Figure 16** : IRM du genou en coupe sagittale : Indice de Caton = 1,6
- Figure 17** : IRM du genou en coupe sagittale : Indice de Caton = 1,1
- Figure 18** : Répartition des ratios d'Insall modifiés des patients de notre série
- Figure 19** : IRM du genou en coupe sagittale : Ratio d'Insall modifié = 2,27
- Figure 20** : IRM du genou en coupe sagittale : Ratio d'Insall modifié = 1,56

- Figure 21** : Représentation des nez patellaires chez la population cible
- Figure 22** : IRM du genou en coupe sagittale : Nez patellaire = 11,6mm
- Figure 23** : IRM du genou en coupe sagittale : Nez patellaire = 8mm
- Figure 24** : Représentation du ratio nez patellaire/patella chez la population cible
: IRM du genou en coupe sagittale : NP/P = 0,3
- Figure 26** : IRM du genou en coupe sagittale : NP/P = 0,23
- Figure 27** : Répartition des types de patella selon la classification de Wiberg
- Figure 28** : IRM du genou en coupe axiale montrant une patella bipartita
- Figure 29** : IRM du genou en coupe axiale montrant une patella Type 1
- Figure 30** : IRM du genou en coupe axiale montrant une patella Type 2
- Figure 31** : IRM du genou en coupe axiale montrant une patella Type 3
- Figure 32** : Répartition des cas selon l'angle de la gorge trochléenne
- Figure 33** : IRM du genou en coupe axiale montrant une gorge trochléenne = 142,7°
- Figure 34** : IRM du genou en coupe axiale montrant une gorge trochléenne = 132°
- Figure 35** : Répartition des cas selon la distance TA-GT
- Figure 36** : IRM du genou en coupe axiale avec TA-GT = 17,2mm
- Figure 37** : IRM du genou en coupe axiale avec TA-GT = 8,7mm
- Figure 38** : Représentation des inclinaisons latérale de la trochlée chez la population cible
- Figure 39** : IRM du genou en coupe axiale avec ILT = 24,5°
- Figure 40** : IRM du genou en coupe axiale avec ILT = 13,8°
- Figure 41** : Représentation des profondeurs trochléennes chez la population cible
- Figure 42** : IRM du genou en coupe axiale avec PT = 4,7mm
- Figure 43** : IRM du genou en coupe axiale avec PT = 7,2mm
- Figure 44** : Pourcentage des chondropathies par type chez les patients de notre

série

- Figure 45** : IRM du genou en coupe axiale montrant une chondropathie grade I
- Figure 46** : IRM du genou en coupe axiale montrant une chondropathie grade II
- Figure 47** : IRM du genou en coupe axiale montrant une chondropathie grade III
- Figure 48** : IRM du genou en coupe axiale montrant une chondropathie grade IV
- Figure 49** : Pourcentage des épanchements articulaires chez les patients de notre série
- Figure 50** : IRM du genou en coupe axiale montrant un épanchement articulaire
- Figure 51** : Pourcentage des arthroses fémoro-patellaire chez les patients de notre série
- Figure 52** : IRM du genou séquence DP en coupe axiale sagittale montrant une arthrose fémoro-patellaire
- Figure 53** : Pourcentage des méniscopathies chez les patients de notre série
- Figure 54** : IRM du genou montrant une lésion méniscale
- Figure 55** : Pourcentage des tendinopathies rotuliennes chez les patients de notre série
- Figure 56** : IRM du genou en coupe sagittale montrant une atteinte tendineuse
- Figure 57** : Pourcentage des bursites chez les patients de notre série
- Figure 58** : IRM du genou en coupe sagittale montrant une bursite
- Figure 59** : Pourcentage des œdèmes sous chondraux chez les patients de notre série
- Figure 60** : IRM du genou en coupe sagittale montrant un œdème sous chondral
- Figure 61** : Pourcentage des kystes poplités sous chondraux chez les patients de notre série
- Figure 62** : IRM du genou en coupe axiale montrant un kyste poplité
- Figure 63** : Classification de Wiberg type I
- Figure 64** : Classification de Wiberg type II

Figure 65	:	Classification de Wiberg type III
Figure 66	:	IRM de genou droit en coupe axiale passant par le compartiment fémoro- patellaire
Figure 67	:	Anatomie de la trochlée fémorale
Figure 68	:	Anatomie de l'appareil extenseur
Figure 69	:	Vascularisation de la patella
Figure 70	:	Trochlée fémorale normale
Figure 71	:	Appareil extenseur : rôle du vaste médial oblique
Figure 72	:	Trochlée fémorale dysplasique
Figure 73	:	Antéversion du col fémoral
Figure 74	:	Radiographie standard de l'articulation du genou
Figure 75	:	Radiographie standard en incidences axiales fémoro-patellaires de l'articulation du genou, jambe fléchie sur cuisse à 30°
Figure 76	:	Radiographie standard en incidences axiales fémoro-patellaires de l'articulation du genou, jambe fléchie sur cuisse à 60°
Figure 77	:	Radiographie standard de l'articulation du genou
Figure 78	:	Scanner du genou en coupe axiale avec calcul de la distance TA-GT
Figure 79	:	Scanner du genou en coupe axiale avec calcul de la bascule rotulienne
Figure 80	:	IRM de l'articulation du genou
Figure 81	:	IRM de l'articulation du genou
Figure 82	:	IRM de l'articulation du genou
Figure 83	:	IRM de l'articulation du genou
Figure 84	:	IRM de l'articulation du genou
Figure 85	:	IRM du genou en coupe sagittale : Indice de Caton = 1,39
Figure 86	:	IRM du genou en coupe sagittale : Ratio d'Insall modifié = 2,27
Figure 87	:	IRM du genou en coupe axiale montrant une patella Type 2

- Figure 88** : IRM du genou en coupe sagittale : Nez patellaire = 10mm
- Figure 89** : IRM du genou en coupe sagittale : NP/P = 0,38
- Figure 90** : IRM du genou en coupe axiale montrant une gorge trochléenne = 125,4°
- Figure 91** : IRM du genou en coupe axiale avec PT = 7,7mm
- Figure 92** : IRM du genou en coupe axiale avec ILT = 24,5°
- Figure 93** : IRM du genou en coupe axiale avec TA-GT = 17,2mm
- Figure 94** : IRM du genou en coupe axiale montrant une chondropathie
- Figure 95** : IRM du genou montrant une lésion méniscale
- Figure 96** : IRM du genou en coupe sagittale montrant une atteinte tendineuse
- Figure 97** : IRM du genou en coupe sagittale montrant un œdème sous chondral



ABBREVIATIONS



Liste des abréviations

AFP	:	Articulation fé moro-patellaire
AP	:	Antéro-postérieure
CCF	:	Chaîne cinétique fermée
CCO	:	Chaîne cinétique ouverte
CHU	:	Centre hospitalier universitaire
DP	:	Densité de proton
Fat Sat	:	Saturation du signal de la graisse
Fcp	:	Force de compression
FRS	:	Force de réaction du sol
ILT	:	Inclinaison latérale de la trochlée
IPO	:	Instabilité patellaire objective
IPP	:	Instabilité patellaire potentielle
IRO	:	Instabilité rotulienne objective
IRP	:	Instabilité rotulienne potentielle
ITB	:	Bande ilio-tibial
IRM	:	Imagerie par résonnance magnétique
LCA	:	Ligament croisé antérieur
Mo Flex	:	Moment de flexion du genou
NP	:	Longueur du nez patellaire
P	:	Longueur de la patella
PA	:	Postéro-antérieure
PT	:	Profondeur de la trochlée
DP S	:	Syndrome douloureux patellaire
SFP	:	Syndrome fémoro-patellaire
T	:	Tesla

T1	:	Time 1
T2	:	Time 2
TA–GT	:	Tubérosité tibiale antérieure–gorge de la trochlée
TDM	:	Tomodensitométrie
TTA	:	Tubérosité tibiale antérieure
VL	:	Vaste latéral
VMO	:	Vaste médial oblique



PLAN



INTRODUCTION	01
MATERIELS ET MÉTHODES	04
I. Période et lieu d'étude	05
II. Documents Consultés	05
III. Analyse bibliographique	05
IV. Critères d'inclusion	05
V. Méthodes et machine utilisées	05
VI. Paramètres étudiés	07
1. Sur les 3 coupes	07
2. Sur les coupes sagittales	07
3. Sur les coupes axiales	11
4. Signes associés	16
VII. Recueil des données	19
VIII. Considérations éthiques	19
RÉSULTATS	20
I. Données épidémiologiques	21
1. Age	21
2. Sexe	21
II. Données cliniques	22
III. Paramètres étudiés à l'IRM	23
1. Sur les 3 coupes	23
2. Sur les coupes sagittales	25
3. Sur les coupes axiales	38
4. Signes associés	57
DISCUSSION	77
I. Rappel anatomique	78
1. Anatomie descriptive de l'articulation fémoro-patellaire (AFP)	78

2. Anatomie fonctionnelle et biomécanique de l'AFP	93
II. Le syndrome fémoro-patellaire (SFP)	99
1. Définition	99
2. Physiopathologie	102
3. Examen clinique	112
III. Imagerie	120
1. Radiographie standard	120
2. Tomodensitométrie (TDM)	125
3. Imagerie par résonnanc magnétique (IRM)	127
 CONCLUSION	 163
 RÉSUMÉS	 165
 ANNEXES	 172
 BIBLIOGRAPHIE	 177



INTRODUCTION



Le syndrome fémoro-patellaire (SFP) constitue l'un des diagnostics les plus fréquemment posés en présence d'une douleur antérieure de genou chez l'adolescent et l'adulte [1]-[3].

Plusieurs noms lui sont également attribués, comme le syndrome rotulien ou douleur fémoro-patellaire [4], [5]. Les plaintes des patients sont fortement en lien avec l'anatomie et les activités qu'ils réalisent [6], [7].

Le diagnostic mais surtout le traitement du SFP constituent un challenge important pour le praticien confronté à cette pathologie encore mal comprise, dont la prise en charge doit être personnalisée [8].

Ce syndrome reste actuellement peu décrit dans les revues de la littérature : il est largement sous-diagnostiqué et sous-estimé car méconnu [9], [10].

C'est un conflit vis-à-vis de la partie antéro-supéro-latérale de la graisse de Hoffa qui est prise en tenaille entre le tendon patellaire et le condyle fémoral latéral lors des mouvements de flexion extension du genou [6], [7].

Communément, la pathologie fémoro-patellaire se manifeste par deux symptômes principaux : la douleur fémoro-patellaire et l'instabilité patellaire. L'examen clinique cherche à reproduire la douleur en exerçant une pression au pôle inféro-latéral de la patella. Toutefois, la douleur n'est pas toujours reproduite à la palpation [6], [7].

Bien que le plus souvent de diagnostic clinique, des examens complémentaires peuvent être demandés tel que la radiographie standard ou encore le scanner pour objectiver une malposition patellaire ou des modifications structurales sans pour autant exclure la pathologie en cas de normalité [11]-[13].

Il est donc essentiel de confronter le diagnostic radiologique à la clinique. Une position haute de la patella et une subluxation latérale de cette dernière semblent être des facteurs favorisant la survenue du syndrome et devront être systématiquement recherchées [13].

Là entre en jeu l'imagerie par résonance magnétique (IRM), qui a un apport énorme dans les syndromes fémoro-patellaires aux critères cliniques méconnus : elle confirme le diagnostic (avec une anomalie de signal focale de la graisse de Hoffa) et apporte une grande aide dans le bilan lésionnel ainsi que les facteurs de dysplasie fémoro-patellaire [14], [15].

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) trouve tout son intérêt par la mesure précise d'éléments prédictifs ainsi que des conséquences du SFP, là où la radiographie et le scanner ont tendance à obtenir des valeurs erronées ou peu précises avec de mauvaises prédictions. Elle constitue un apport, en plus de fournir un bilan lésionnel précis, permettant de déterminer le diagnostic étiologique et d'éliminer les diagnostics différentiels [16], [17].

L'IRM est également un outil important utilisé pour évaluer les différentes variantes anatomiques pouvant contribuer à l'instabilité patellaire [15].

Objectif du travail :

- 🌈 Évaluer l'apport de l'IRM dans le SFP paucisymptomatique par la prise de mesures d'éléments objectivant des variantes morphologiques prédisposantes
- 🌈 L'intérêt de l'IRM dans le bilan lésionnel du SFP en décelant les signes associés les plus fréquemment rencontrés

MATERIELS & METHODES

I. Période et lieu d'étude :

Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective, portant sur une série de 49 patients, pour un total de 54 genoux durant une période de 8 ans allant du 01 janvier 2013 au 31 décembre 2020 réalisée au service de Radiologie AR-RAZI du CHU Mohamed VI de Marrakech.

II. Documents Consultés :

- Les archives du service de radiologie AR-RAZI du CHU Mohamed VI.
- Les images archivées sur logiciel du service de radiologie.

III. Analyse bibliographique :

L'analyse bibliographique et le recueil des articles traitant le sujet ont été faits à partir de la base de données Pub Med, Hinari, EMC, NEJM et Science directe.

IV. Critères d'inclusion :

- Patients ayant bénéficié d'une IRM objectivant une anomalie de signal de la graisse de Hoffa
- Dossiers exploitables : signes cliniques, signes fonctionnels ...

V. Méthodes et machine utilisées :

Tous les patients ont bénéficié d'une IRM, celle utilisée dans notre étude est une IRM Magnetom Amira Siemens 1.5 Tesla (figure 1).



Figure 1 : Appareil IRM de la marque Siemens 1,5T

Technique de réalisation :

- Patient en décubitus dorsal
- Antenne genou
- Protocole d'IRM :
 - o Séquence T1 sagittale
 - o Séquences en densité de proton avec saturation de la graisse dans les trois plans.

VI. Paramètres étudiés :

A travers cette étude nous avons traité un ensemble de paramètres aussi bien quantitatifs que qualitatifs concernant principalement l'aspect radiologique du syndrome fémoro-patellaire, les facteurs d'instabilités fémoro-patellaire et leurs signes associés à l'IRM.

1. Sur les 3 coupes :

- Recherche d'un hypersignal au niveau de la graisse de Hoffa séquence en densité de proton avec saturation de la graisse

2. Sur les coupes sagittales :

- Hauteur patellaire : index de Caton / ratio d'Insall modifié
- Longueur du nez patellaire
- Rapport nez de la patella/longueur de la patella

2.1 Hauteur patellaire :

a. Index de Caton :

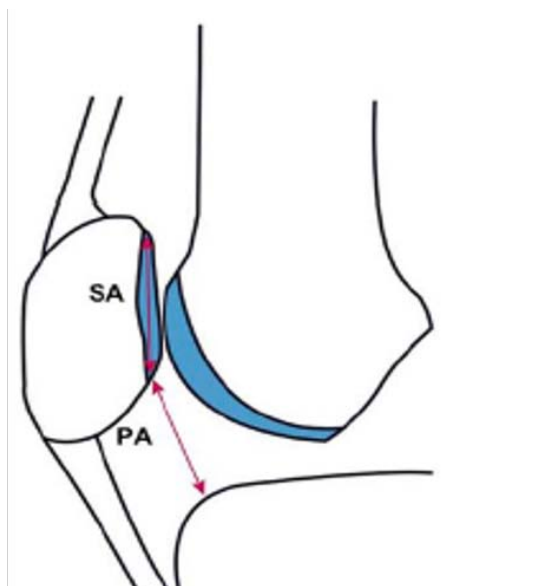


Schéma 1 : Représentation du genou sur une coupe sagittale [10]

SA=mesure de la surface articulaire, PA = mesure rebord antérieur tibial et bord inférieur de la SA



Figure 2 : IRM du genou en coupe sagittale en séquence T1 : calcul de l'index de Caton

Flèche orange : Surface articulaire de la patella ; Flèche jaune : distance entre rebord antérieur tibial et bord inférieur de la surface articulaire patellaire

Index de Caton : rapport entre PA et SA avec valeur normale $PA/SA = 0,8-1,2$

Si $> 1,2 \Rightarrow$ critère de patella alta [18].

b. Ratio d'Insall modifié :

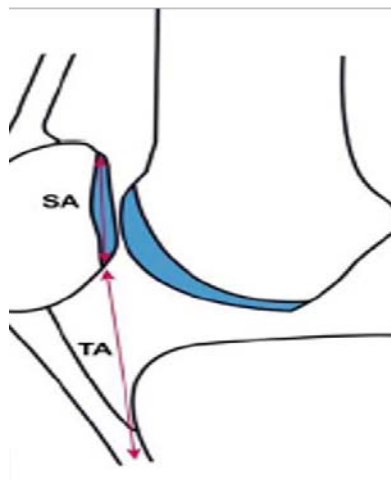


Schéma 2 : Représentation du genou sur une coupe sagittale [10]

SA=mesure de la surface articulaire, TA=mesure TTA et bord inférieur de la SA



Figure 3 : IRM du genou en coupe sagittale en séquence T1 : calcul du ratio d'Insall modifié

Flèche orange : Surface articulaire de la patella ; Flèche jaune : la longueur du tendon patellaire

Ratio d'Insall modifié : rapport entre TA et SA avec valeur normale :

Homme = 0,79–1,52

Femme = 0,74–1,32

Si $> 2 \Rightarrow$ critère de patella alta [9].

2.2 Nez patellaire et ratio nez patellaire/patella

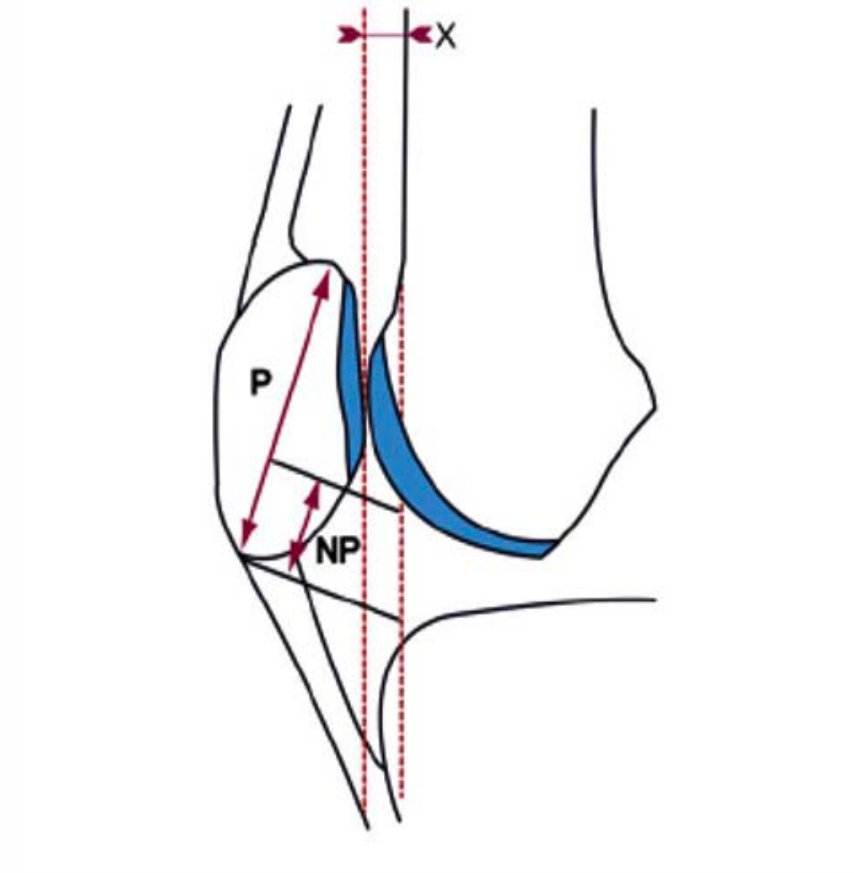


Schéma 3 : Représentation du genou sur une coupe sagittale [10]

X : proéminence ventrale de la trochlée ; NP : nez patellaire ; P : longueur de la patella ; NP/P : ratio nez-patella.

Nez patellaire valeur normale > 9 mm

Ratio nez patellaire/patella valeur normal > 0,25

Si anomalie => critère de dysplasie patellaire [19].

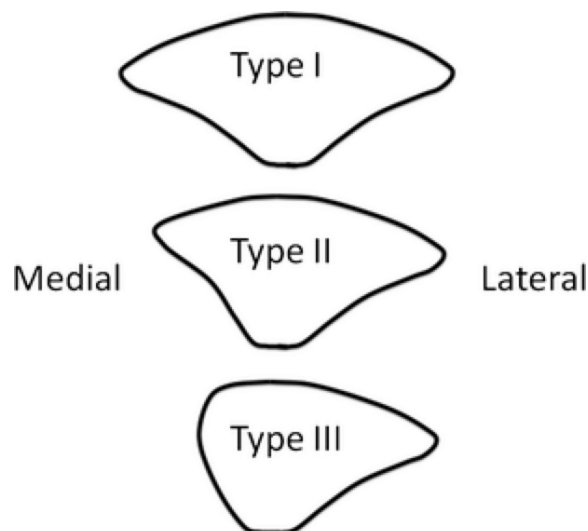
3. Sur les coupes axiales :

- Type de patella (Wiberg)
- Les mesures suivantes ont été réalisées sur la coupe dessinant l'arche romane, passant par la ligne bicondylienne :
 - o Gorge trochléenne.
 - o Distance TA-GT : tubérosité tibiale antérieure-gorge de la trochlée.
 - o ILT: Inclinaison latérale de la trochlée
 - o PT: Profondeur de la trochlée.

3.1 Type de patella :

Classification de Wiberg [20]

- **Type I** : les facettes sont concaves, symétriques et de taille égale.
- **Type II** : la facette médiale est plus petite que la facette latérale et plate ou peu convexe. La facette latérale est concave.
- **Type III** : la facette médiale convexe est nettement plus petite que la facette latérale concave, et l'angle entre les facettes médiale et latérale est proche de 90°



3.2 Gorge trochléenne :

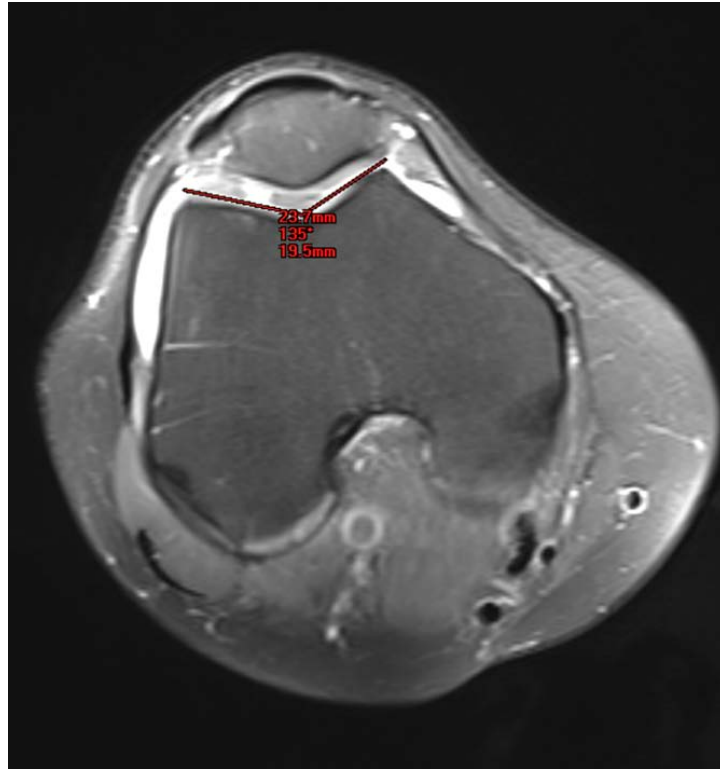


Figure 4 : IRM du genou en coupe axiale DP Fat Sat passant par l'angle de la trochlée

Représente l'angle entre la partie haute des deux berges trochléennes (figure 4).

Une gorge trochléenne normale possède un angle inférieur à 140°, au-delà on parle de dysplasie [11].

3.3 Distance TA-GT :

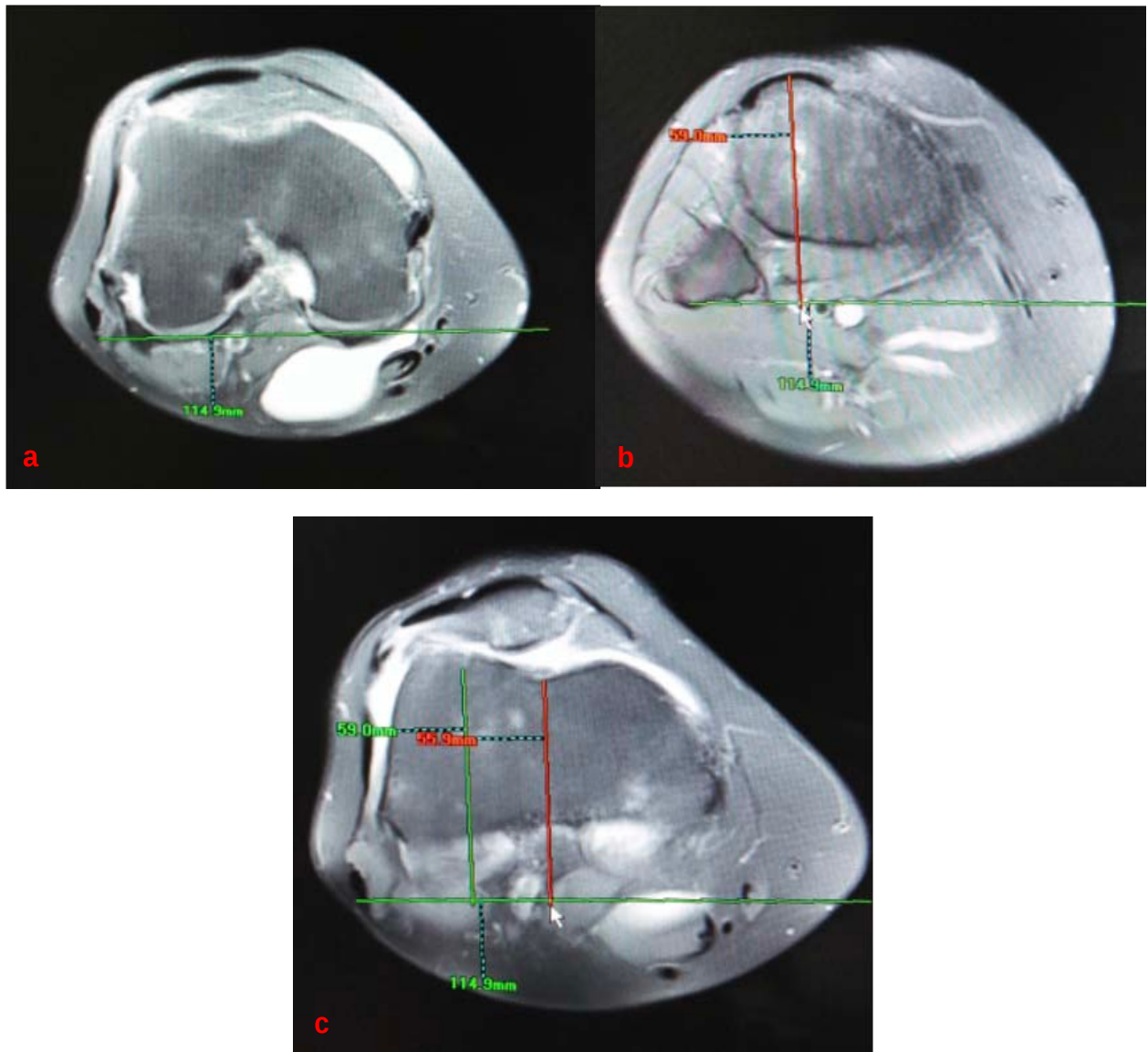


Figure 5 : IRM du genou en coupe axiale

- a. coupe passant par le fond de la trochlée b. coupe passant par le sommet de la tubérosité tibiale antérieure c. superposition des coupes a et b et mesure de la distance les séparant

On dessine une ligne horizontale passant par la trochlée dessinant une arche romane, puis une ligne verticale passant par la TTA et une deuxième ligne verticale passant par le fond de la gorge de la trochlée et on mesure la distance entre ces 2 lignes verticales (figure 5). Valeur normale = 10-15mm [15], [21].

3.4 Inclinaison latérale de la trochlée :

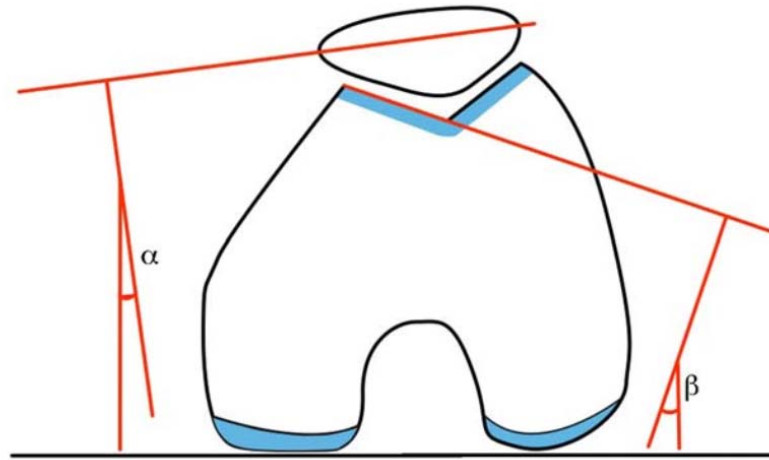


Schéma 4 : Représentation du genou sur une coupe axiale [10]

Angle α : angle de bascule rotulienne ; angle β : angle d'inclinaison latérale de la trochlée (ILT).

Angle mesuré entre le plan bicondylien postérieur et la facette latérale de la trochlée.

Valeur normale = 15–30° [22].

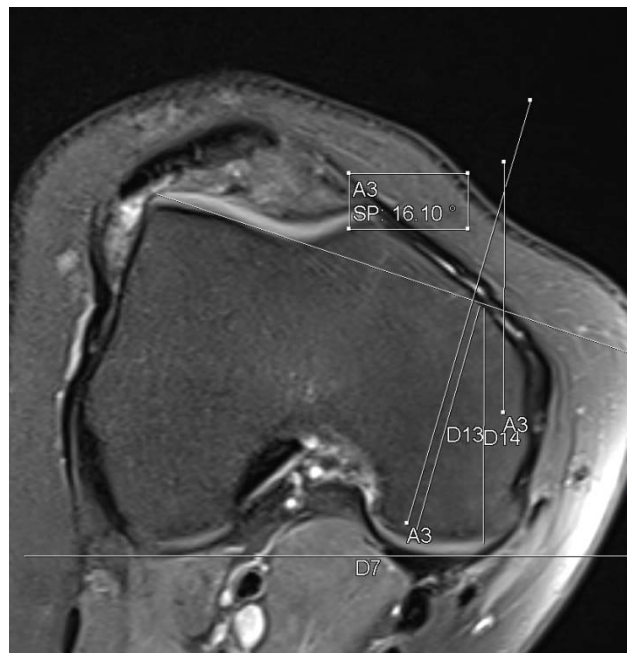


Figure 6 : IRM du genou en coupe axiale avec ILT = 16,1°

3.5 Profondeur de la trochlée :

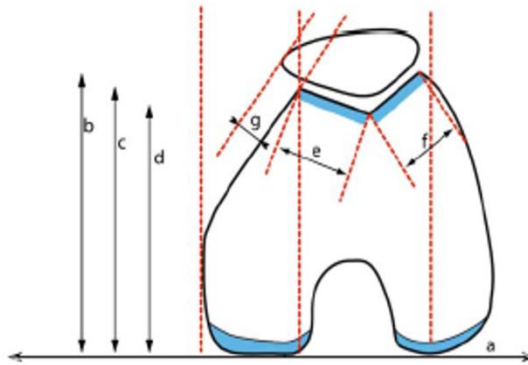


Schéma 5 : Représentation du genou sur une coupe axiale [10]

a : plan bi-condylien ; b : mesure maximale du condyle interne; c : mesure maximale du condyle externe ; d : mesure au niveau de la gorge de la trochlée e : mesure de la facette de la trochlée externe ; f : mesure de la facette de la trochlée interne g : mesure de la latéralisation patellaire ou tilt.

Profondeur de la trochlée (PT) est égale à la mesure maximale du condyle interne (b) plus la mesure maximale du condyle externe (c) divisé par 2 moins la mesure au niveau de la gorge de la trochlée e(d), soit $PT = (b+c/2)-d$ avec comme valeur normale $> 3\text{mm}$ (Schéma 5) [23], [24].

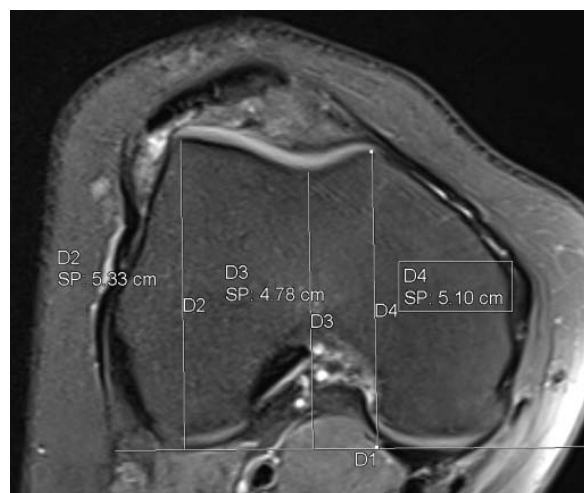


Figure 7 : IRM du genou en coupe axiale avec PT = 5,1 mm

4. Signes associés :

4.1 Chondropathie

Recherche d'une atteinte cartilagineuse au niveau de la patella et de la trochlée à l'aide de la classification d'Outerbridge (figure 8) [25], [26].

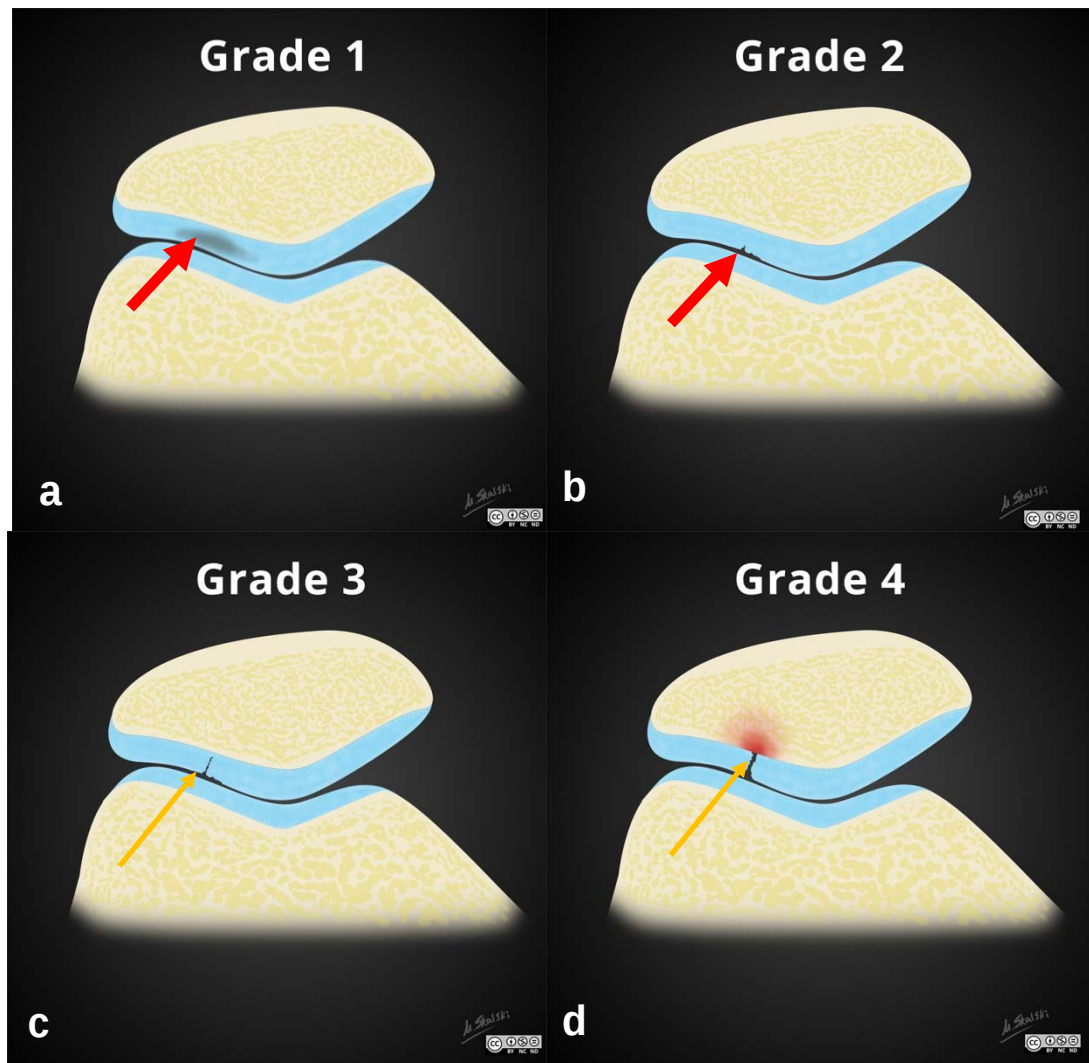


Figure 8 : Stade de la chondropathie selon la classification d'Outerbridge [27]

a : Grade I (flèche rouge : modification du signal cartilagineux) ; b : Grade II (flèche rouge : irrégularité de surface inférieur à 50 %) ; c : Grade III (flèche orange: érosions profondes dépassant 50 % de la surface) ; d : Grade IV (flèche orange : mise à nu de l'os sous-chondral)

- **Grade I** : modification du signal cartilagineux sans anomalie de la surface articulaire.
- **Grade II** : irrégularité de surface dont la profondeur n'atteint pas 50 % de l'épaisseur totale du cartilage.
- **Grade III** : érosions profondes intéressant plus de 50 % de l'épaisseur totale du cartilage, mais respectant l'os sous-chondral. Des anomalies de signal au niveau de l'os spongieux sous-jacent peuvent être présentes mais la lame basale est intacte.
- **Grade IV** : mise à nu de l'os sous-chondral qui est lésé.

4.2 Épanchement articulaire

L'accumulation excessive de liquide dans la cavité articulaire et les culs de sacs quadricipitaux apparaissant en hyposignal en T1 et en hypersignal en T2.

4.3 Arthrose fémoro-patellaire

Recherche des éléments suivants :

- Ostéophytes
- Pincement de l'interligne articulaire
- Anomalies de l'os sous chondral

4.4 Méniscopathie

Recherche des pathologies méniscales :

- Les fissures méniscales (classification de Stoller (figure 9) [28])

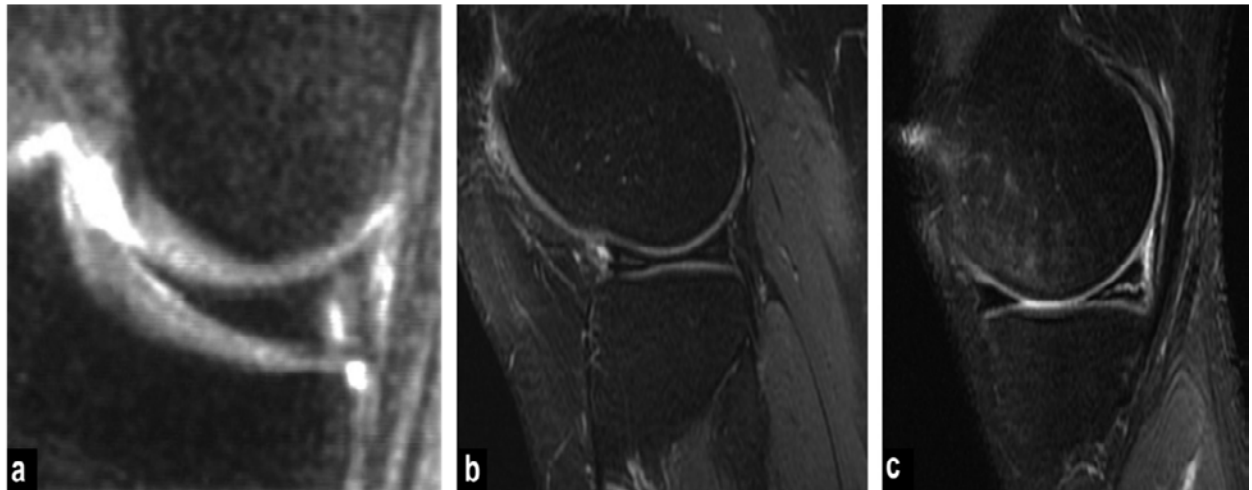


Figure 9 : IRM du genou en coupe sagittale avec fissures méniscales

Grades de Stoller. a : grade 1 : présence d'un ou plusieurs foyers d'hypersignal intermédiaire de type nodulaire respectant les surfaces articulaires du ménisque ; grade 2 : hypersignal intermédiaire de type linéaire respectant les surfaces articulaires du ménisque ; grade 3 : hypersignal intermédiaire de type linéaire s'étendant à l'une des surfaces articulaires du ménisque

- Les contusions méniscales

4.5 Tendinopathie rotulienne

Recherche d'épaississement et inflammation du tendon patellaire.

4.6 Bursite

Inflammation de la bourse séreuse

4.7 Œdème sous chondral

L'œdème apparaît comme une région mal définie, sous chondrale, réticulée ou stellaire avec un signal de faible intensité en T1 et une intensité élevée sur les images en T2.

4.8 Kystes poplités

Le kyste a un signal identique à celui du liquide : hypersignal en T2, hyposignal en T1.

VII. Recueil des données :

Tous les dossiers radiologiques ont été relus par des radiologues seniors afin d'analyser le syndrome de fémoro-patellaire et ses signes associés.

Les données ont été exploitées sur le logiciel Syngo.plaza et saisies sur Microsoft Word et Excel 2010.

VIII. Considérations éthiques :

Le recueil des données a été effectué avec le respect de l'anonymat des patients et de la confidentialité des informations.

RESULTATS

I. Données épidémiologiques :

1. Age :

Notre étude comptait un nombre de 49 patients avec des âges allant de 17 à 70 ans avec un âge moyen de 32,7 ans :

La répartition des tranches d'âge est comme suit :

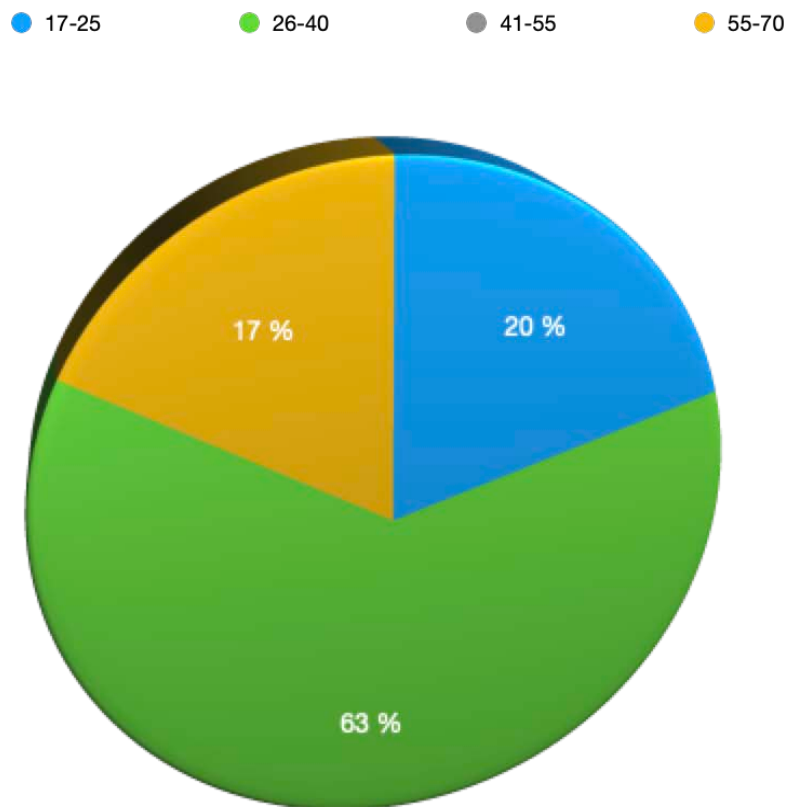


Figure 10 : Répartition de la population par tranches d'âge

2. Sexe :

Notre étude dénombrait au total 25 femmes et 24 hommes avec un sex ratio de 0,96.

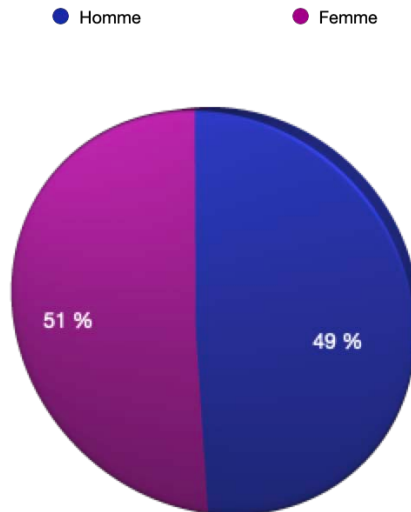


Figure 11 : Répartition de la population selon le sexe

Cela nous avait permis d'observer une prédominance pour les patients dans la tranche d'âge allant de 26 à 40 ans (figure 10), ainsi qu'une légère prédominance pour les femmes (figure 11).

II. Données cliniques :

Les signes cliniques retrouvés chez les patients de notre étude sont : des douleurs antéro-externes du genou, une sensation de dérobement, une arthrose fémoro-patellaire et un syndrome méniscal externe selon les fréquences suivantes :

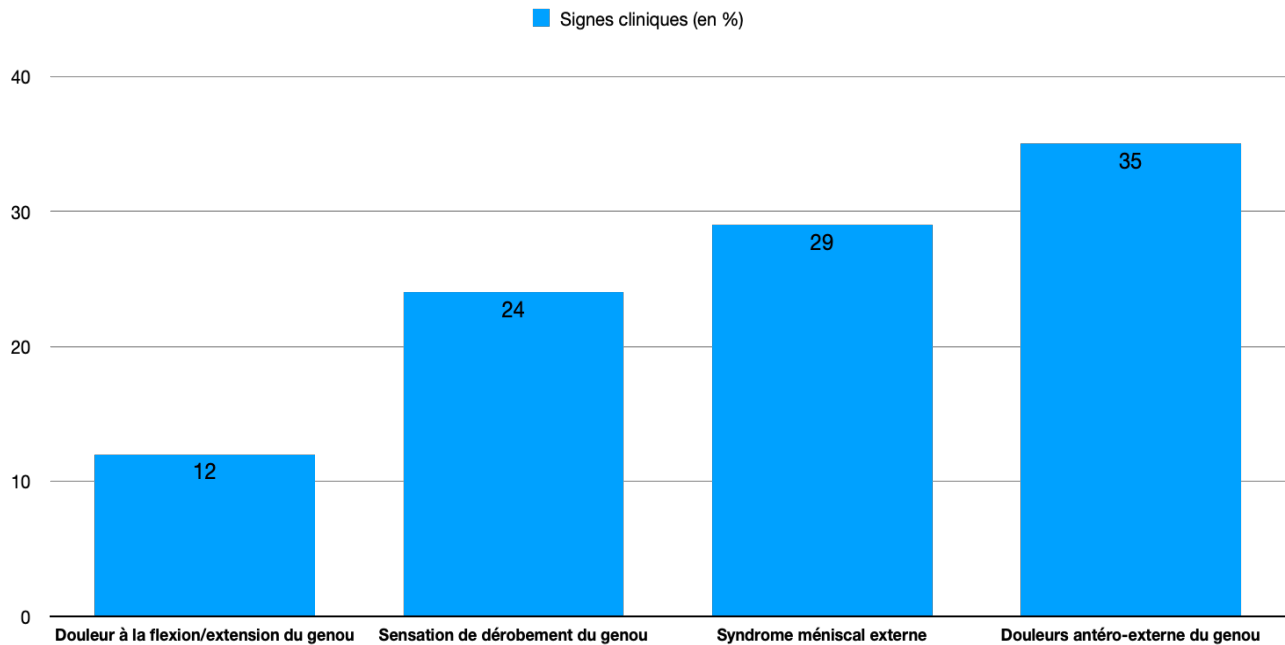


Figure 12 : Fréquence des signes cliniques retrouvés chez les patients cible

On a remarqué que les douleurs antéro-externes du genou était le signe clinique le plus fréquemment retrouvé, suivi par le syndrome méniscal externe, puis les sensations de dérobement du genou et enfin les douleurs à la flexion/extension du genou (figure 12).

III. Paramètres étudiés à l'IRM :

1. Sur les 3 coupes :

Recherche d'hypersignal au niveau de la graisse de Hoffa sur la séquence en densité de proton avec saturation de la graisse.

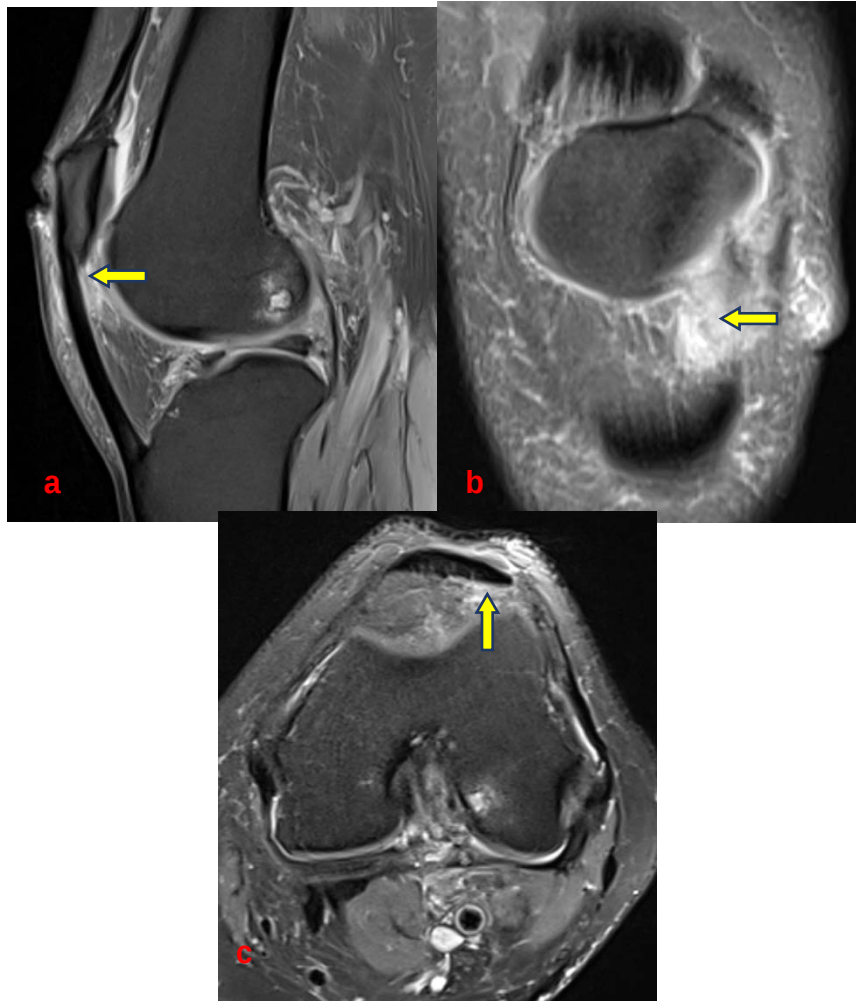


Figure 13 : Anomalie de la partie antéro-supérieure de la graisse de Hoffa en hypersignal en séquence T2 DP traduisant un syndrome de friction fémoro-patellaire

a : coupe sagittale ; b : coupe coronale ; c : coupe axiale

Flèche jaune : hypersignal de la graisse de Hoffa

● Hypersignal de la graisse de Hoffa



Figure 14 : Présence d'hypersignal de la graisse de Hoffa dans la population

Notre étude a donc permis d'observer que tous les patients présentaient un hypersignal de la graisse de Hoffa et donc un syndrome de friction fémoro-patellaire.

2. Sur les coupes sagittales :

2.1 Hauteur patellaire :

a. Index de Caton

L'index de Caton est un indice permettant de déterminer la hauteur patellaire. Sur un genou de profil, flexion 30°, la valeur normale de l'indice de Caton se trouve entre 0,8 et 1,2 :

Il est calculé par le rapport $a/b =$

a étant la distance du pôle supérieur tibial et du pôle inférieur de la patella

b étant la longueur de la surface articulaire de la patella

Pour notre série nous avons obtenu les résultats suivants :

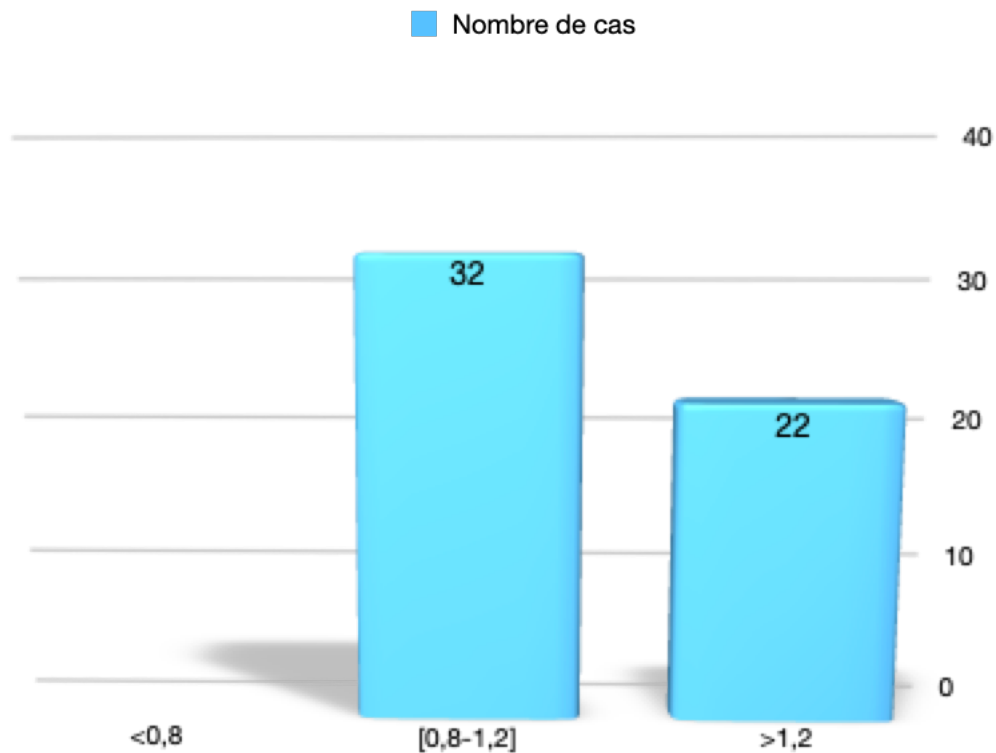


Figure 15 : Répartition de l'index de Caton des patients de notre série

D'après cet indice le pourcentage de patella normal est de 59,3% tandis que le nombre de patella alta est de 40,7%. On remarque une absence de patella baja (figure 15).

L'index de Caton moyen dans notre série était de 1,16 avec un écart type de 0,2.



Figure 16 : IRM du genou en coupe sagittale : Indice de Caton = 1,6

Flèche orange : Surface articulaire de la patella ; Flèche jaune : distance entre rebord antérieur tibial et bord inférieur de la surface articulaire patellaire ; Flèche rouge : hypersignal de la partie antéro-supérieure de la graisse de Hoffa

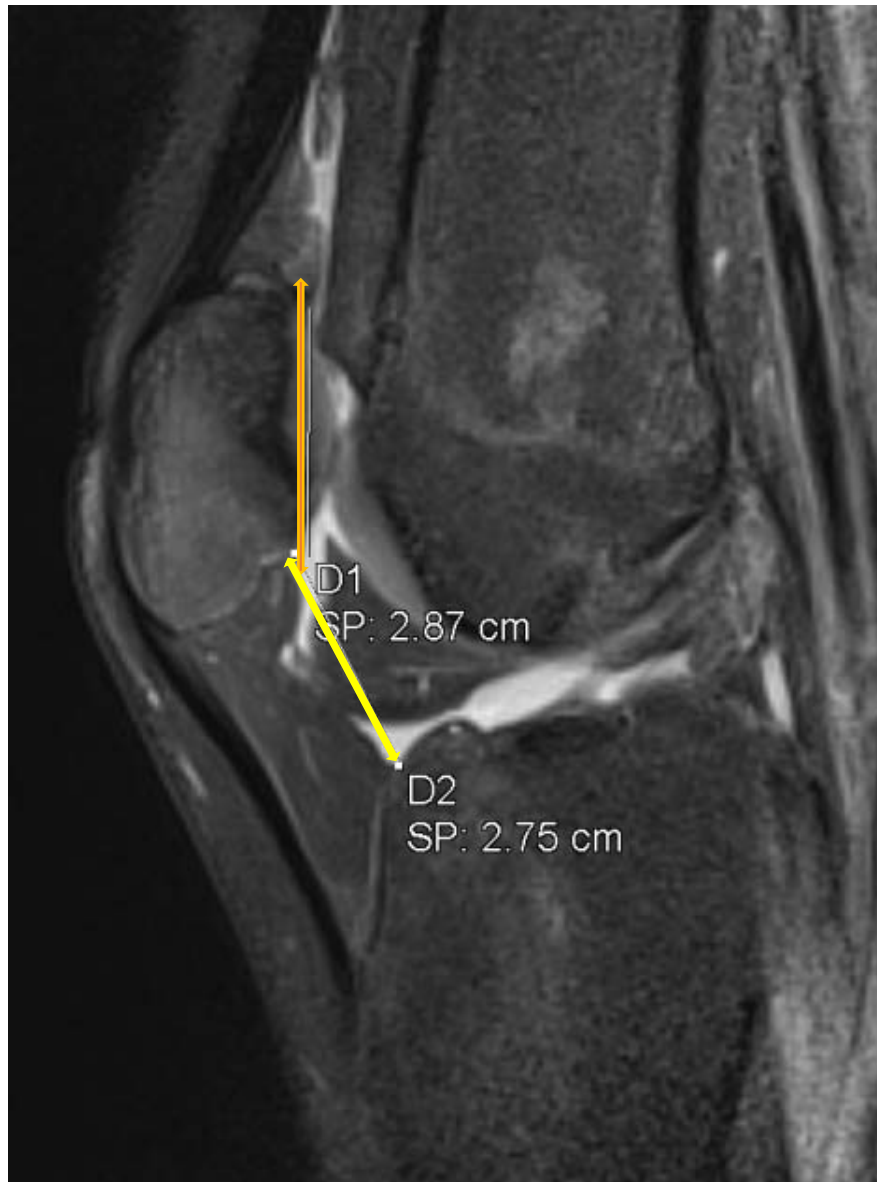


Figure 17 : IRM du genou en coupe sagittale : Indice de Caton = 1,1

Flèche orange : Surface articulaire de la patella ; Flèche jaune : distance entre rebord antérieur tibial et bord inférieur de la surface articulaire patellaire

b. Ratio d'Insall modifié

Le ratio d'Insall modifié permet également de déterminer la hauteur de la patella. On dénote une patella dite alta si la valeur est supérieure à 2.

Il est calculé par le rapport $a/b =$

a étant la longueur du tendon patellaire

b étant la longueur de la surface articulaire de la patella

Dans notre série, 42,6% des cas avaient un ratio d'Insall modifié supérieur à 2 (figure 18) et donc avaient une patella dite alta :

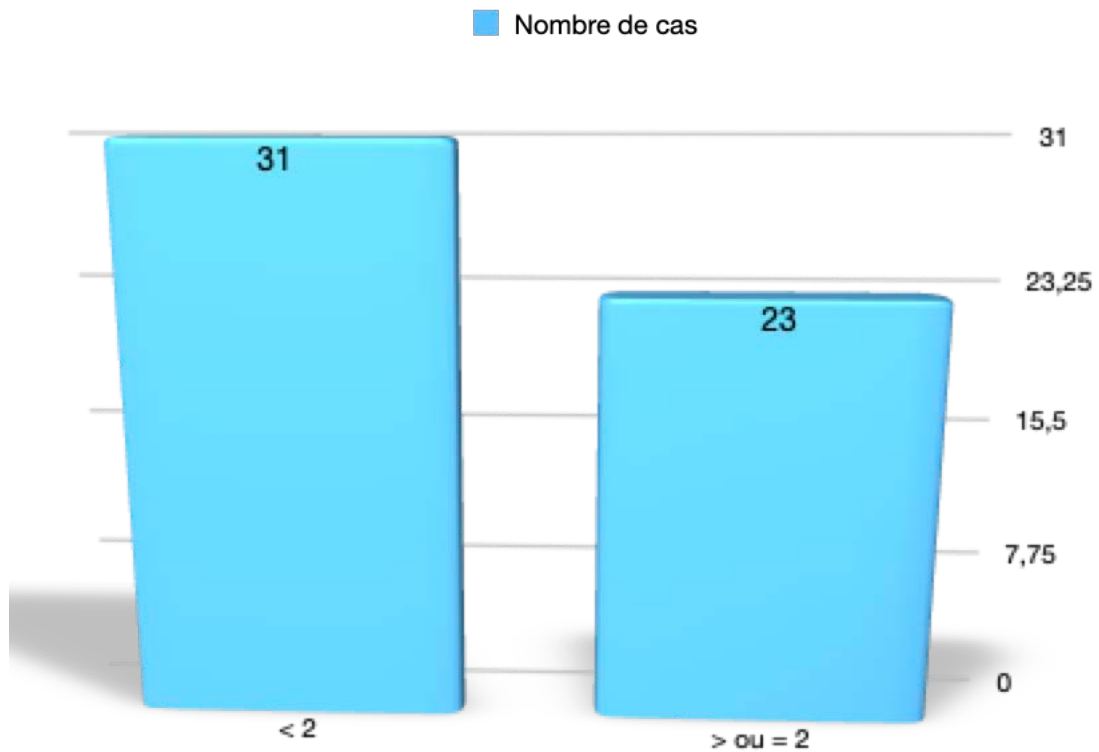


Figure 18 : Répartition des ratios d'Insall modifié des patients de notre série

Dans notre série, le ratio d'Insall modifié moyen était de 1,9 avec un écart type de 0,2.

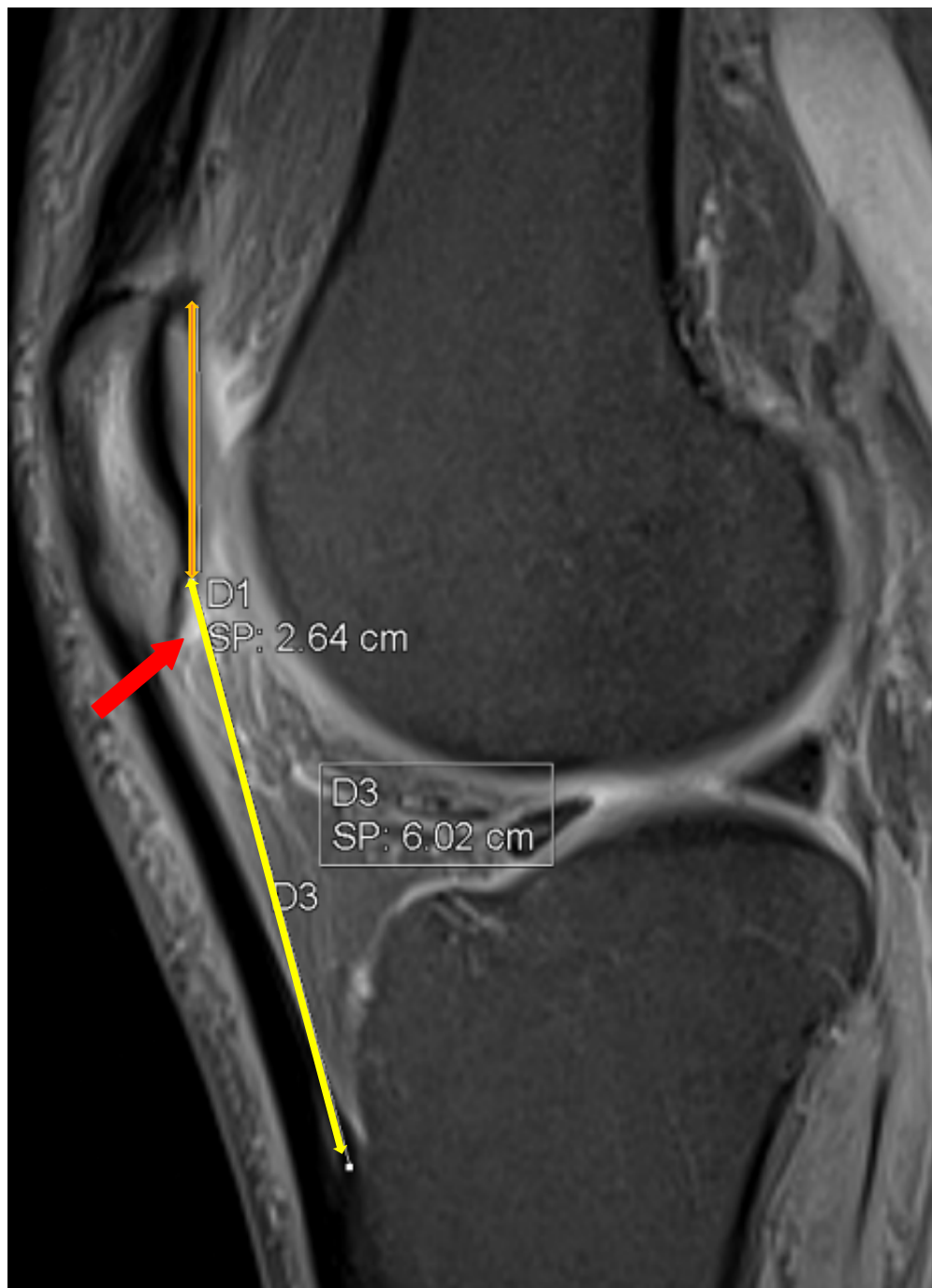


Figure 19 : IRM du genou en coupe sagittale : Ratio d'Insall modifié = 2,27

Flèche orange : Surface articulaire de la patella ; Flèche jaune : la longueur du tendon patellaire;
Flèche rouge : hypersignal de la partie antéro-supérieure de la graisse de Hoffa

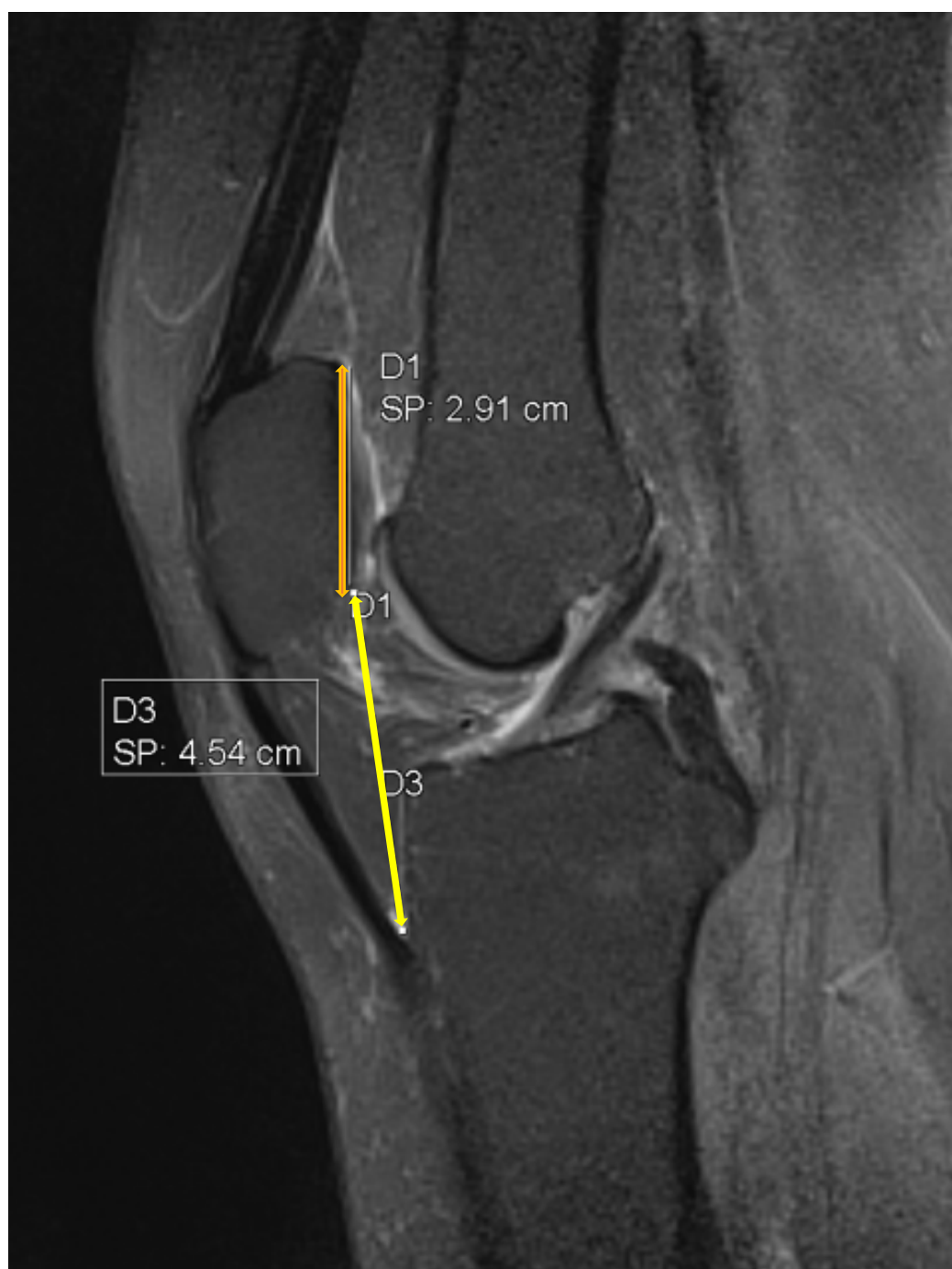


Figure 20 : IRM du genou en coupe sagittale : Ratio d'Insall modifié = 1,56

Flèche orange : Surface articulaire de la patella ; Flèche jaune : la longueur du tendon patellaire

2.2 Longueur du nez patellaire

Le nez patellaire, marqueur de l'instabilité fémoro-patellaire, objective une dysplasie patellaire quand sa longueur est inférieure à 9mm

Notre série a permis d'objectiver les paramètres suivants :

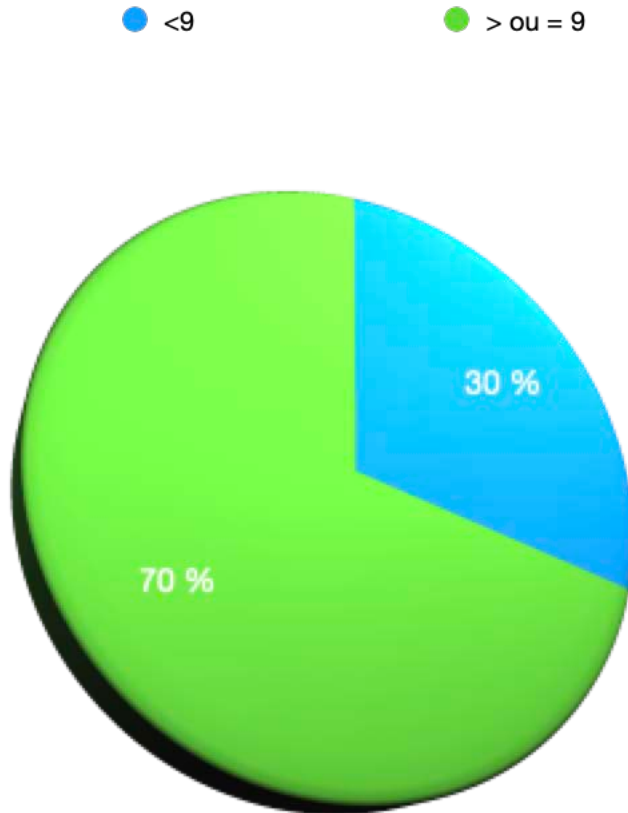


Figure 21 : Représentation des nez patellaires chez la population cible

La longueur moyenne des nez patellaires trouvé était de 9,9, tandis que l'écart type de 3,2 (figure 21).



Figure 22 : IRM du genou en coupe sagittale : Nez patellaire = 11,6 mm

Flèche jaune : longueur du nez patellaire



Figure 23 : IRM du genou en coupe sagittale : Nez patellaire = 8mm

Flèche jaune : longueur du nez patellaire

2.3 Rapport nez de la patella/longueur de la patella

Le ratio nez patellaire/patella, autre marqueur de l'instabilité fémoro-patellaire, objective, lui aussi une dysplasie patellaire quand sa valeur est inférieure à 0,25

Notre série a permis d'objectiver les paramètres suivants :

● <0,25 ● > ou = 0,25

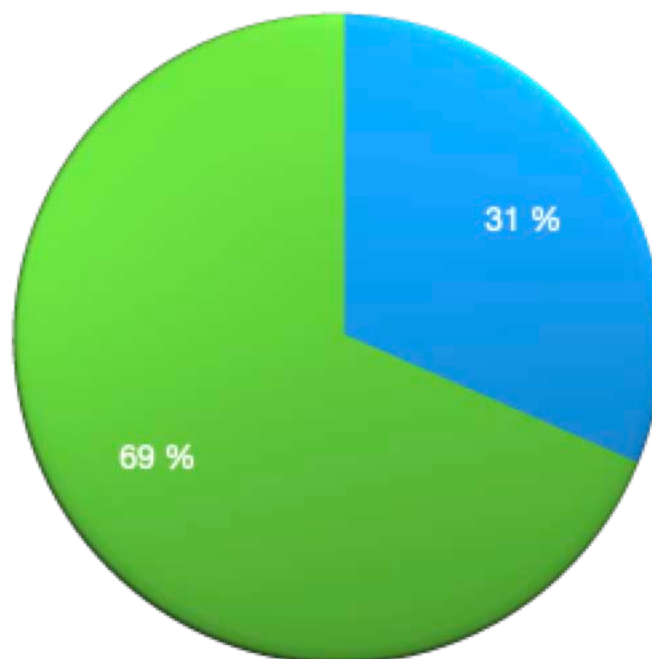


Figure 24 : Représentation du ratio nez patellaire/patella chez la population cible

Le ratio nez patellaire/patella moyen trouvé était de 0,36, tandis que l'écart type de 0,2 (figure 24).



Figure 25 : IRM du genou en coupe sagittale : NP/P = 0,3

Flèche jaune : longueur du nez patellaire ; Flèche orange : longueur de la patella

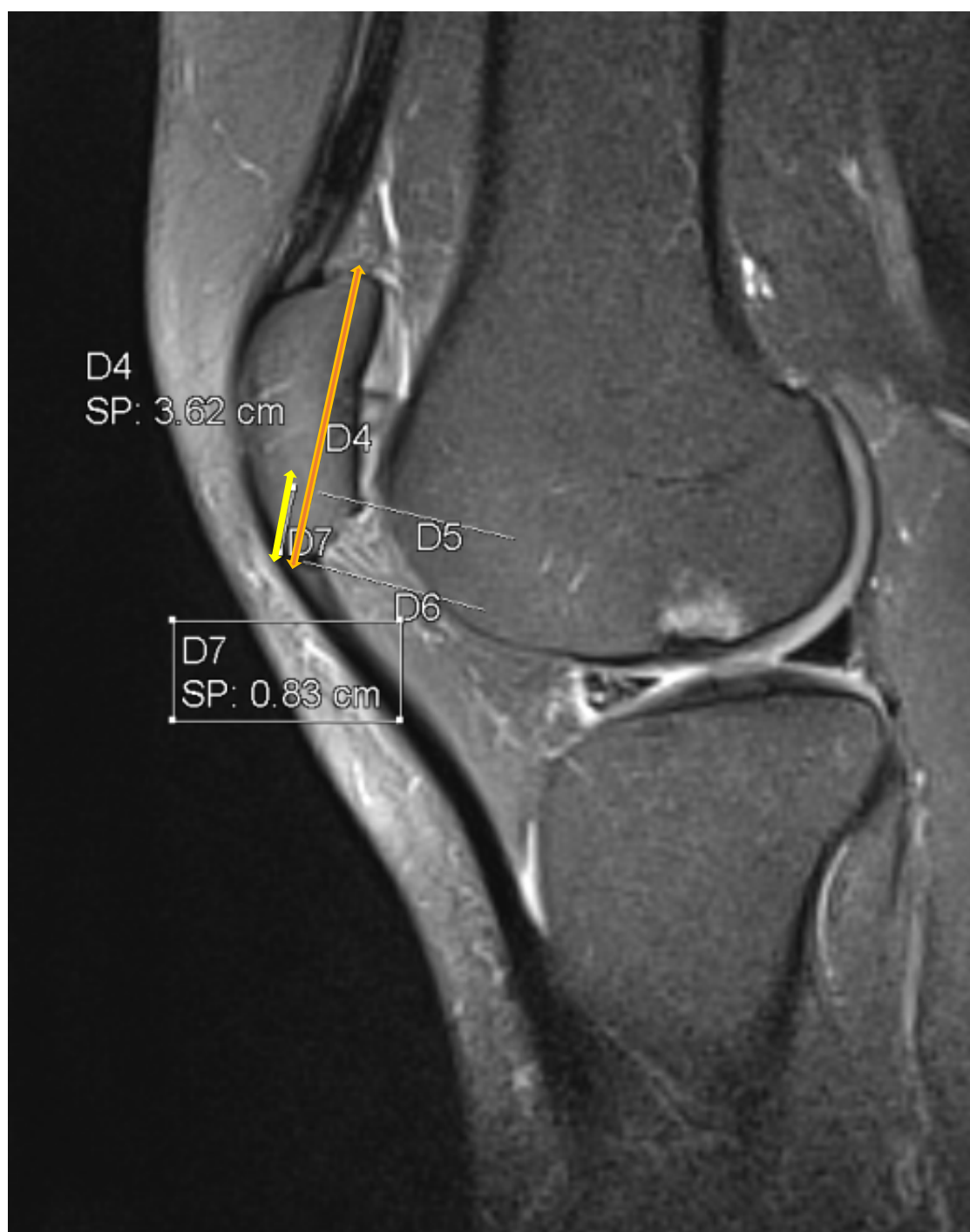


Figure 26 : IRM du genou en coupe sagittale : $NP/P = 0,23$

Flèche jaune : longueur du nez patellaire ; Flèche orange : longueur de la patella

3. Sur les coupes axiales :

3.1 Type de patella :

Un des éléments d'instabilité fémoro-patellaire étudié est le type de patella.

En qualitatif, le type de patella est analysé sur les coupes axiales selon sa morphologie et la classification de Wiberg.

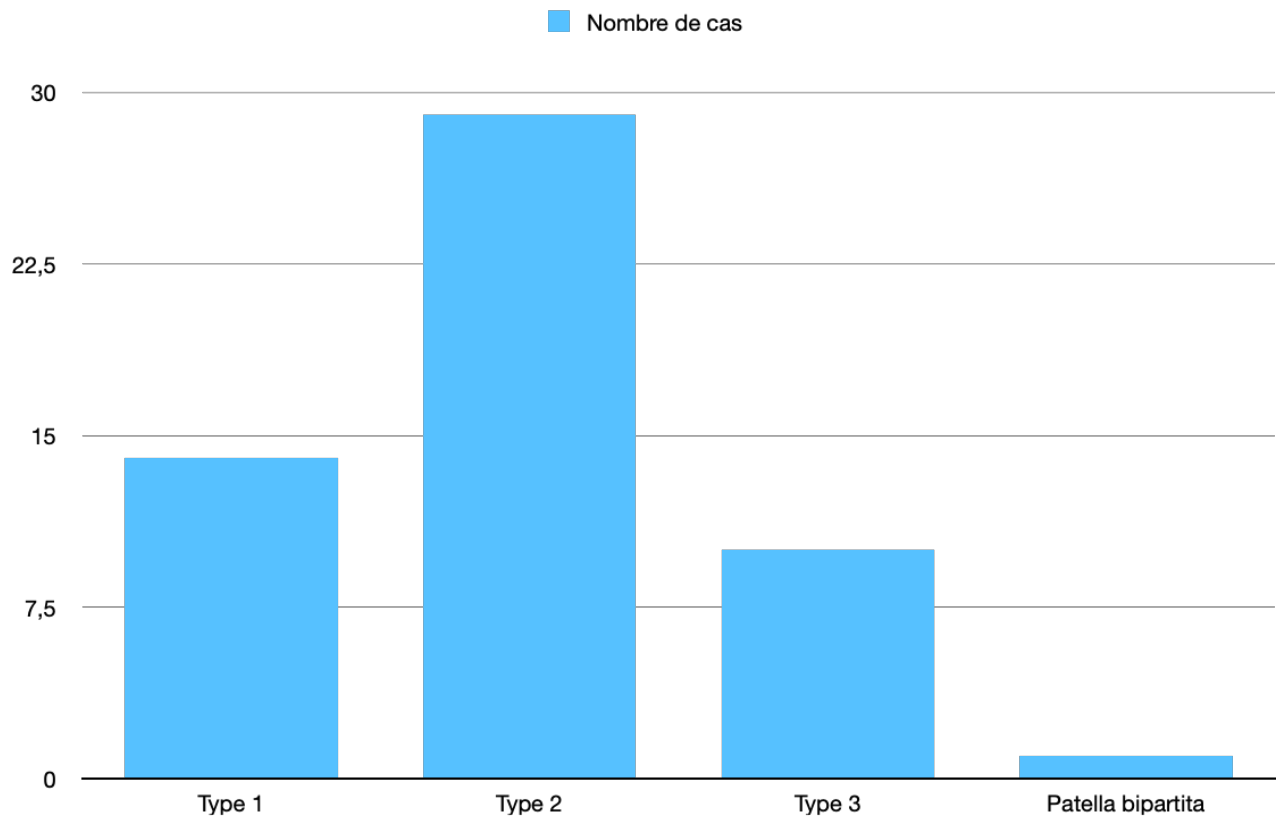


Figure 27 : Répartition des types de patella selon la classification de Wiberg

On a distingué de part notre étude une nette prédominance de patella type 2 par rapport aux autres types (figure 27). Notons que sont considérées dysplasiques les patellas type 3.

Nous remarquons également la présence d'une patella bipartita.

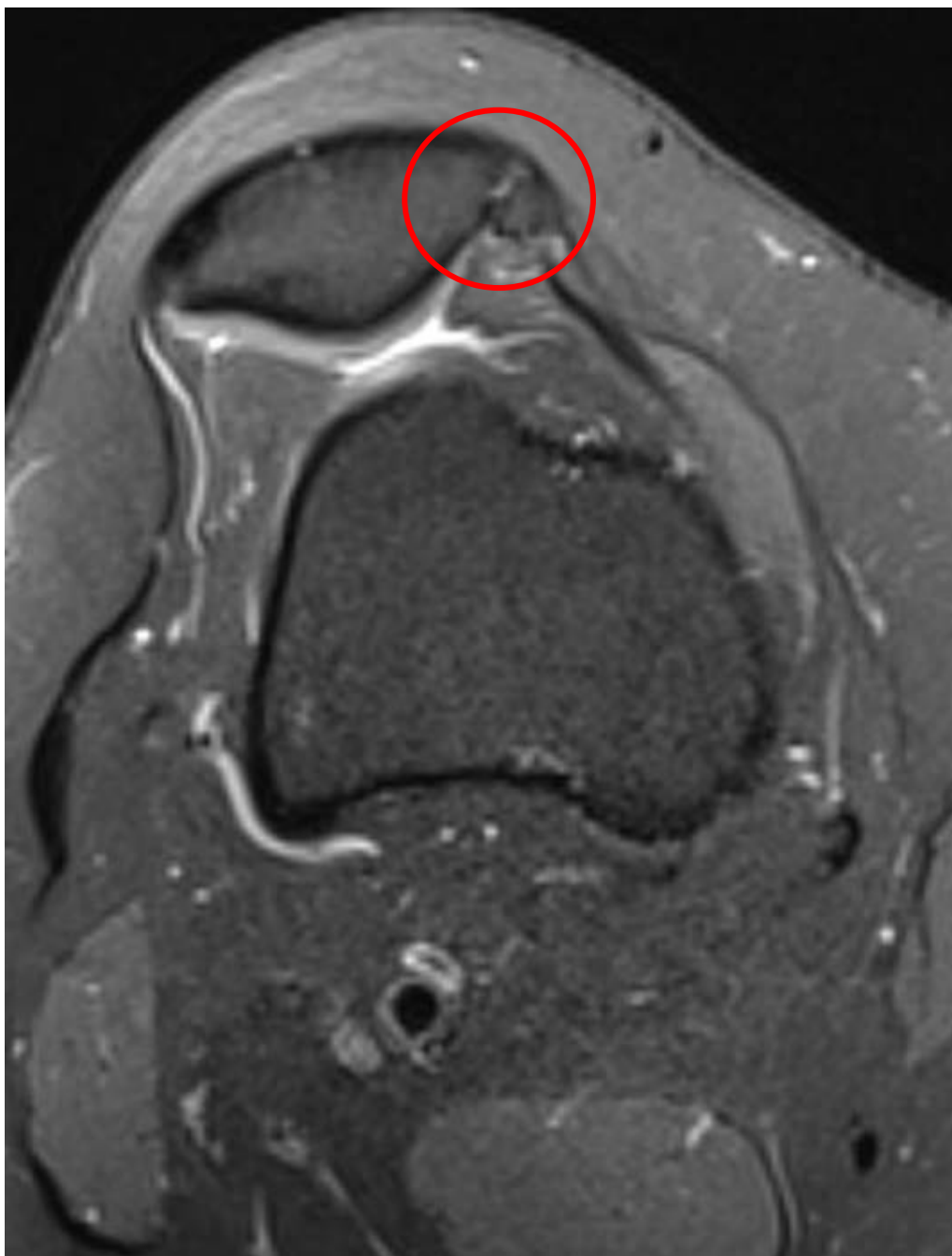


Figure 28 : IRM du genou en coupe axiale montrant une patella bipartita

Caractère bipartite de la patella (cercle rouge)

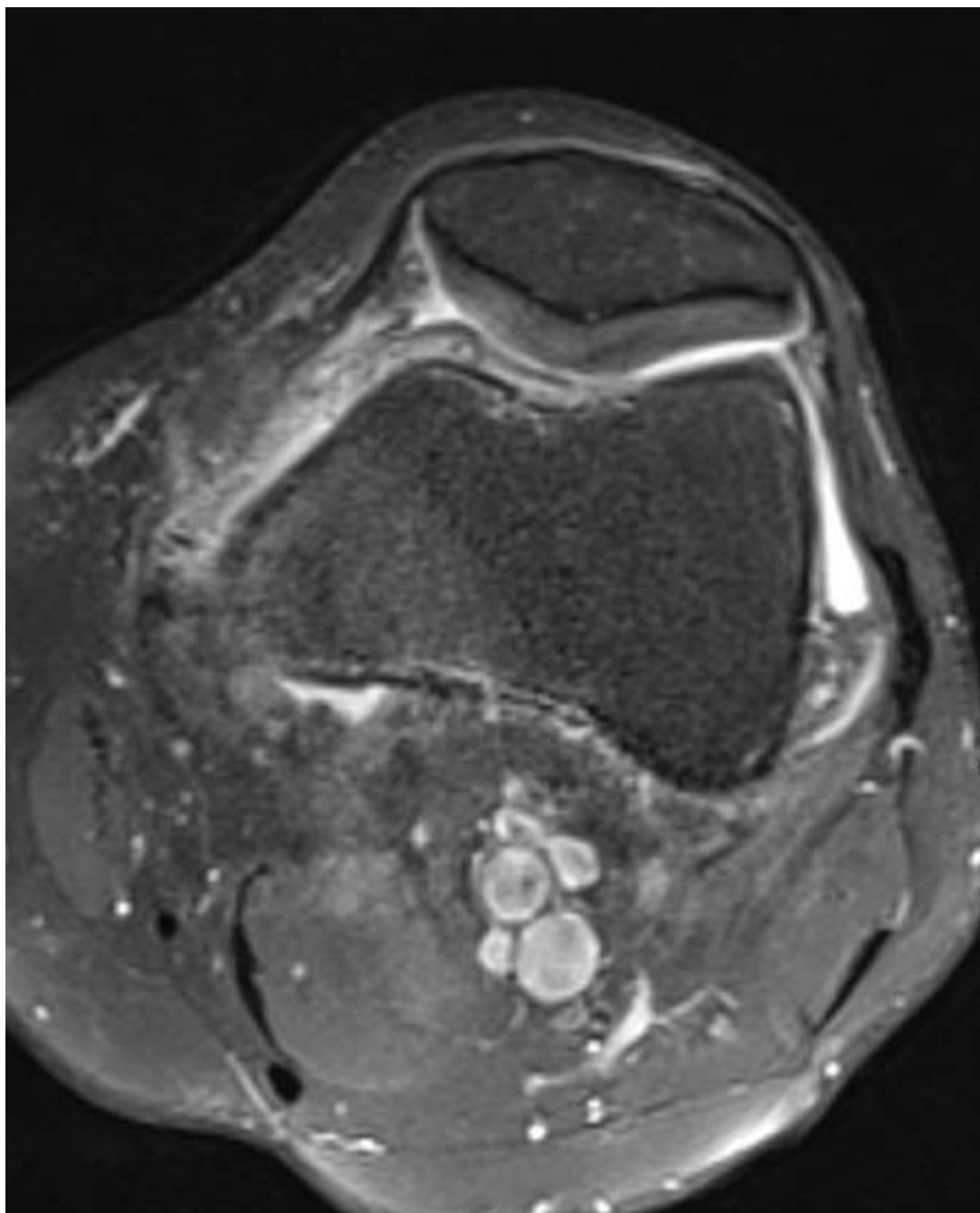


Figure 29 : IRM du genou en coupe axiale montrant une patella Type 1

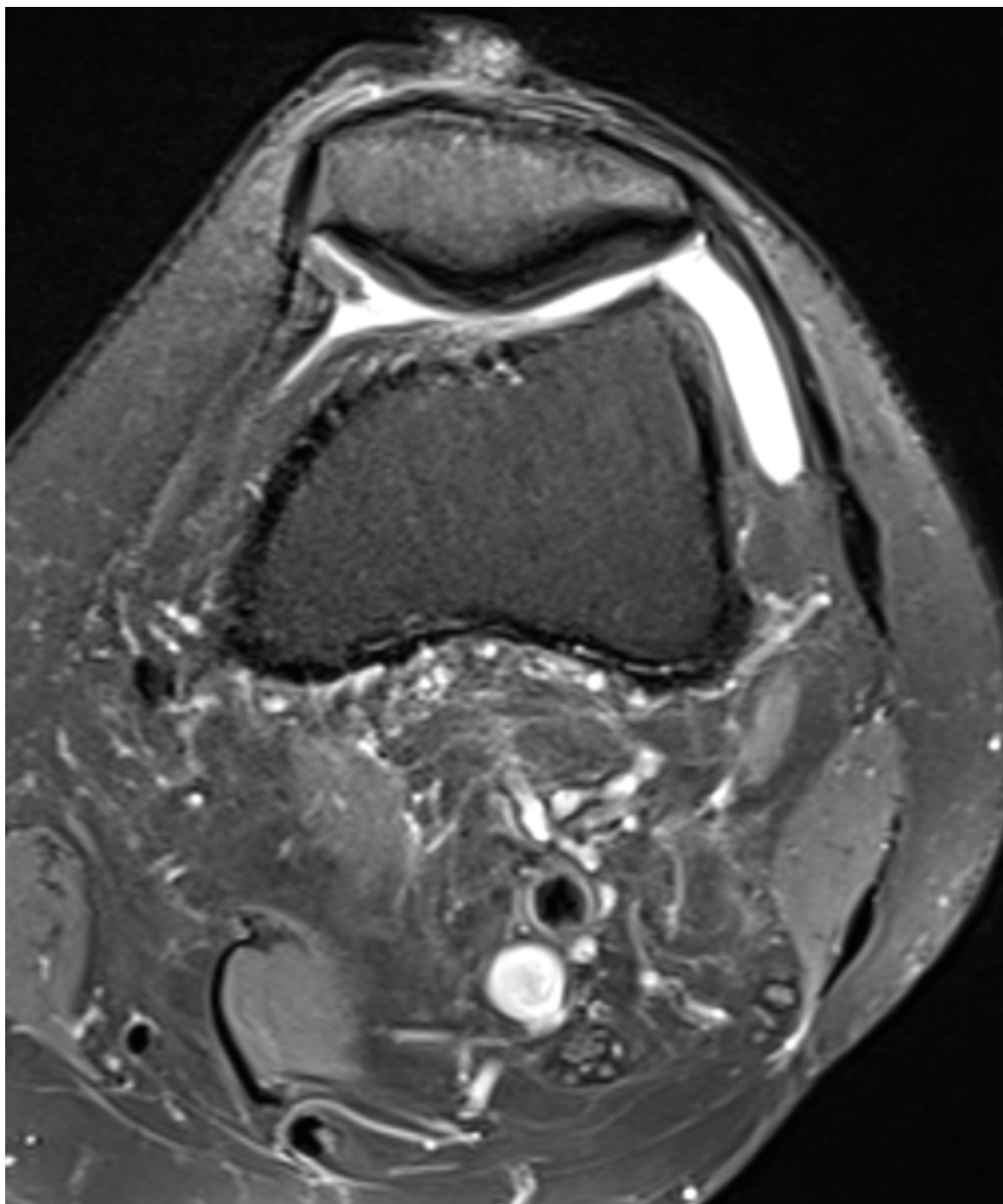


Figure 30 : IRM du genou en coupe axiale montrant une patella Type 2

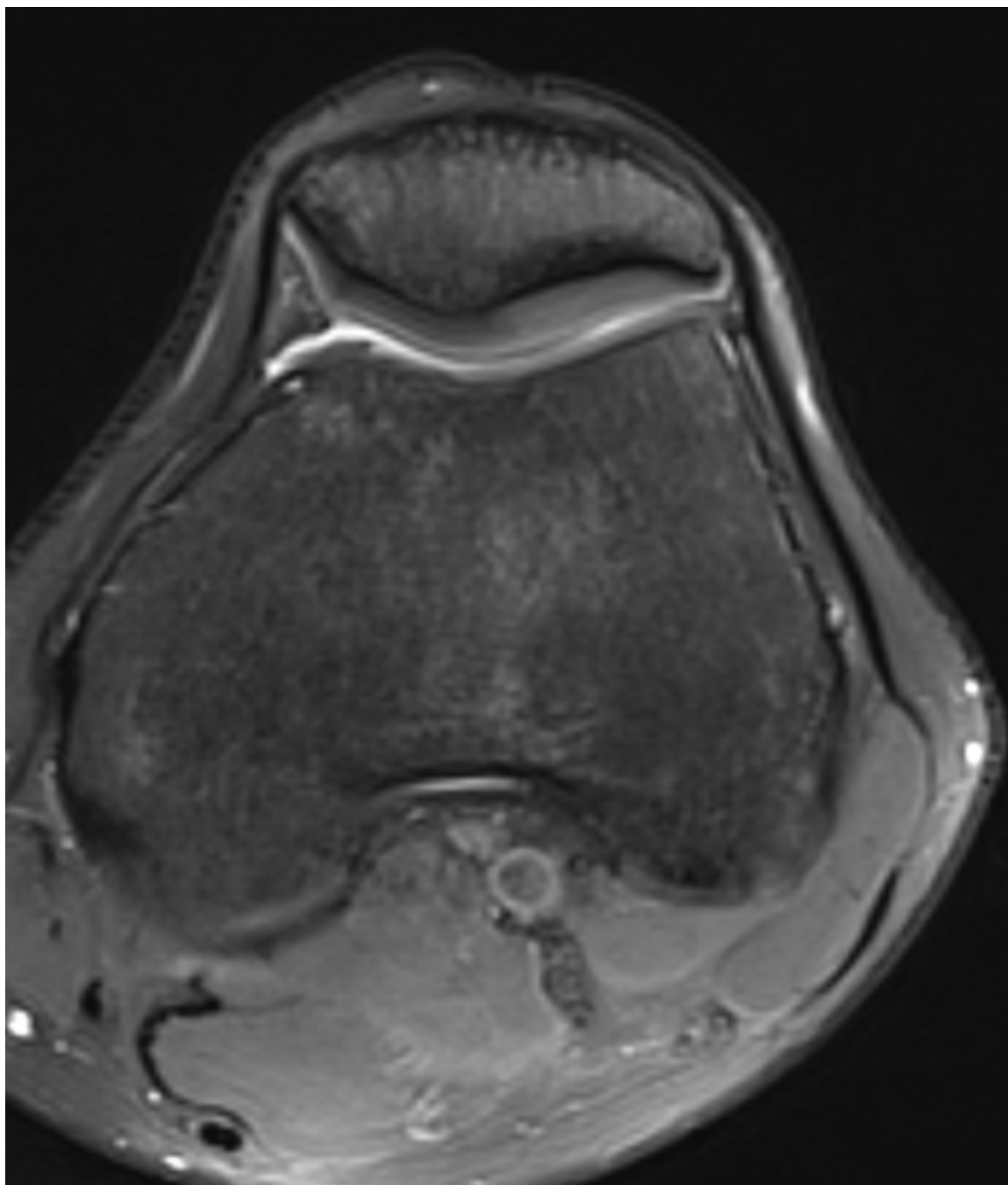


Figure 31 : IRM du genou en coupe axiale montrant une patella Type 3

3.2 Gorge trochléenne

Sur l'incidence fémoro-patellaire à 30°, quadriceps décontracté, la gorge trochléenne, ou appelé angle de sulcus, représente l'angle entre la partie haute des deux berges trochléennes.

Une gorge trochléenne normale possède un angle inférieur à 140°, au-delà il s'agit d'une patella dysplasique.

Voici les mesures des gorges trochléennes de notre série :

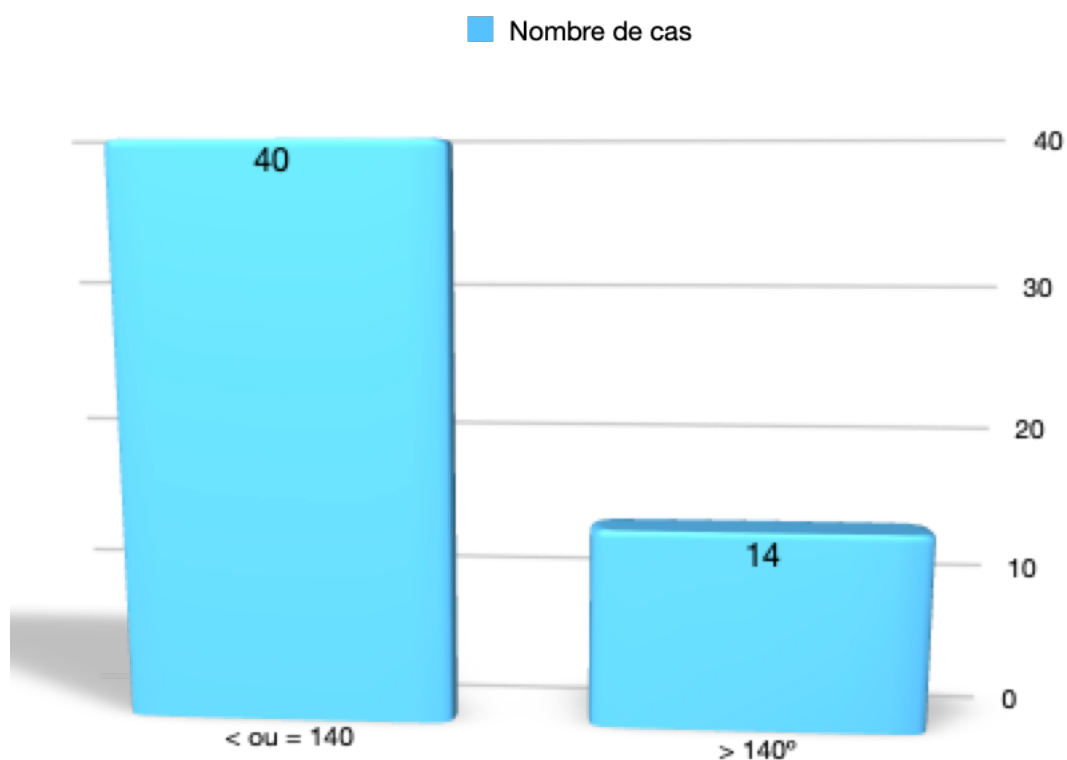


Figure 32 : Répartition des cas selon l'angle de la gorge trochléenne

Nous avons notamment trouvé dans notre série que 26% des valeurs étaient au-dessus de la normale (figure 32) et une gorge trochléenne moyenne à 134,2° avec un écart-type de 10,8.

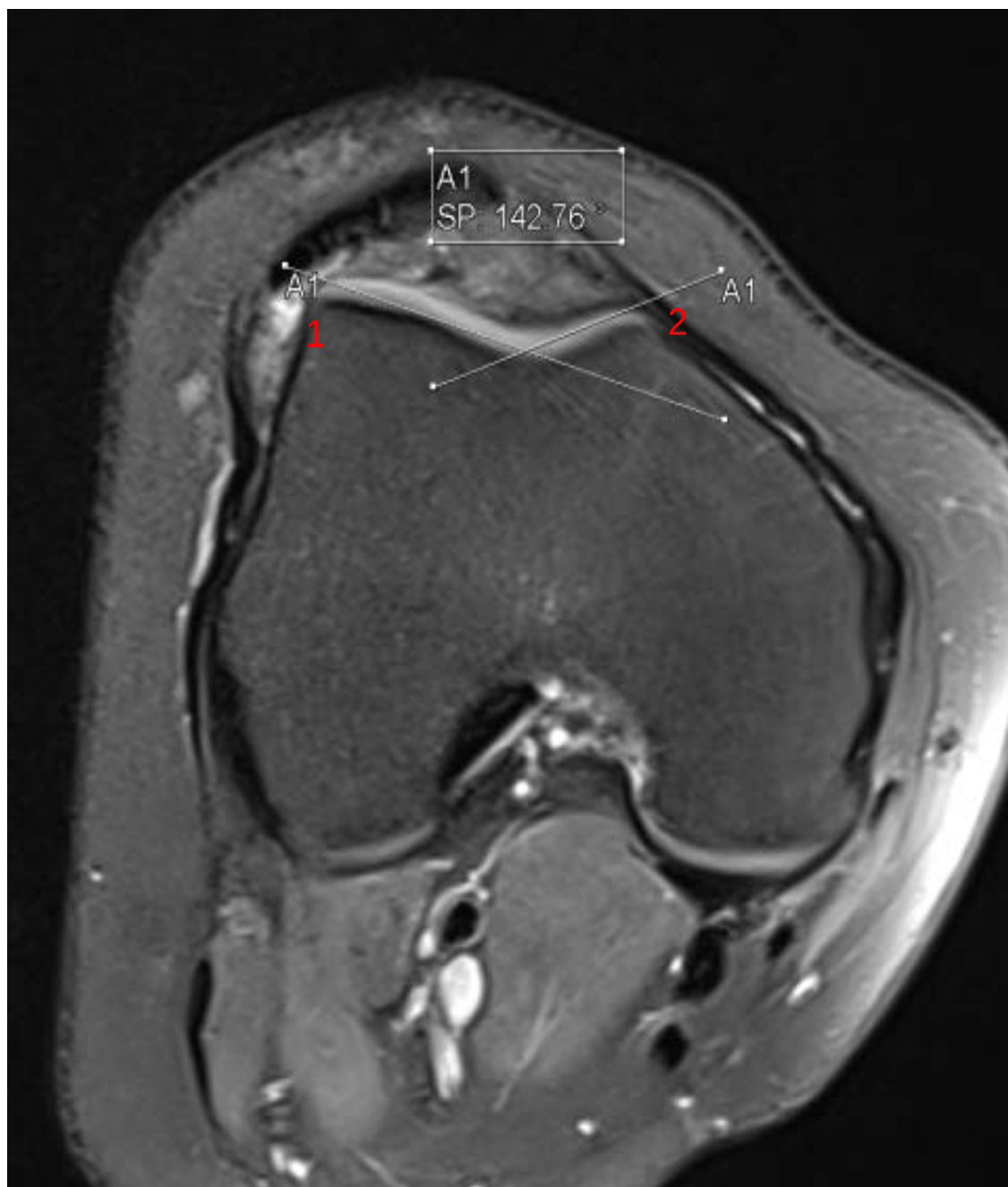


Figure 33 : IRM du genou en coupe axiale montrant une gorge trochléenne = 142,7°

Facette médiale de la trochlée (Ligne 1) ; Facette latérale de la trochlée (Ligne 2)

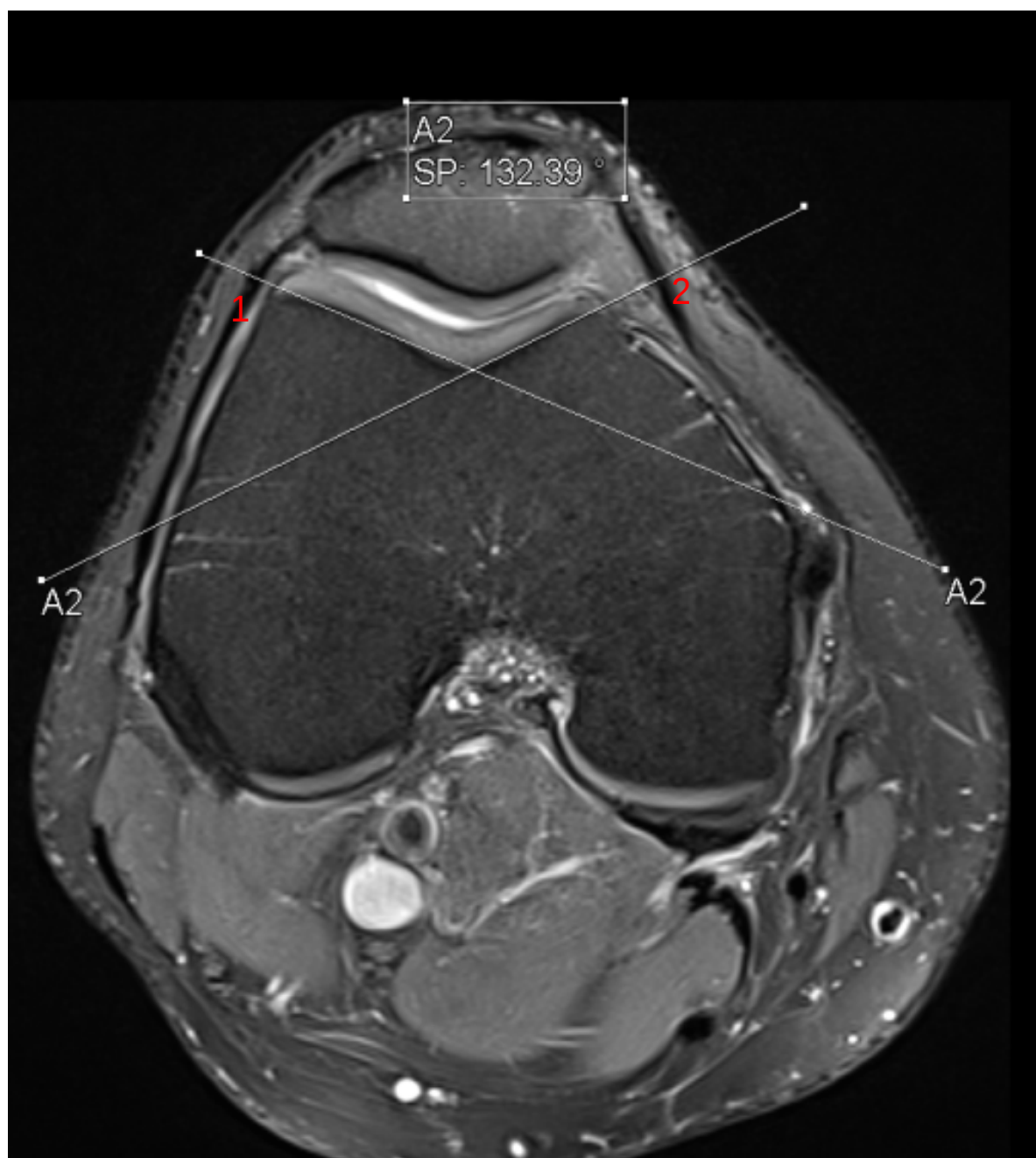


Figure 34 : IRM du genou en coupe axiale montrant une gorge trochléenne = 132°

Facette médiale de la trochlée (Ligne 1) ; Facette latérale de la trochlée (Ligne 2)

3.3 Distance TA-GT

C'est la mesure du décalage entre l'insertion du ligament patellaire sur la tubérosité tibiale antérieure (TTA) et la partie haute de la gorge trochléenne.

La mesure à 30° doit être effectuée avec horizontalité du plan bicondylien, pour ne pas fausser le résultat par une rotation du membre inférieur. La mesure en extension est plus précise car dans cette position, la rotation fémoro-patellaire est bloquée.

La distance TA-GT est la distance entre deux droites perpendiculaires à l'axe bicondylien postérieur, l'une passant par la gorge trochléenne et l'autre par le milieu de l'insertion du ligament patellaire sur la TTA.

La distance TA-GT normale est entre 10 et 15mm, voici les résultats retrouvés dans notre série :

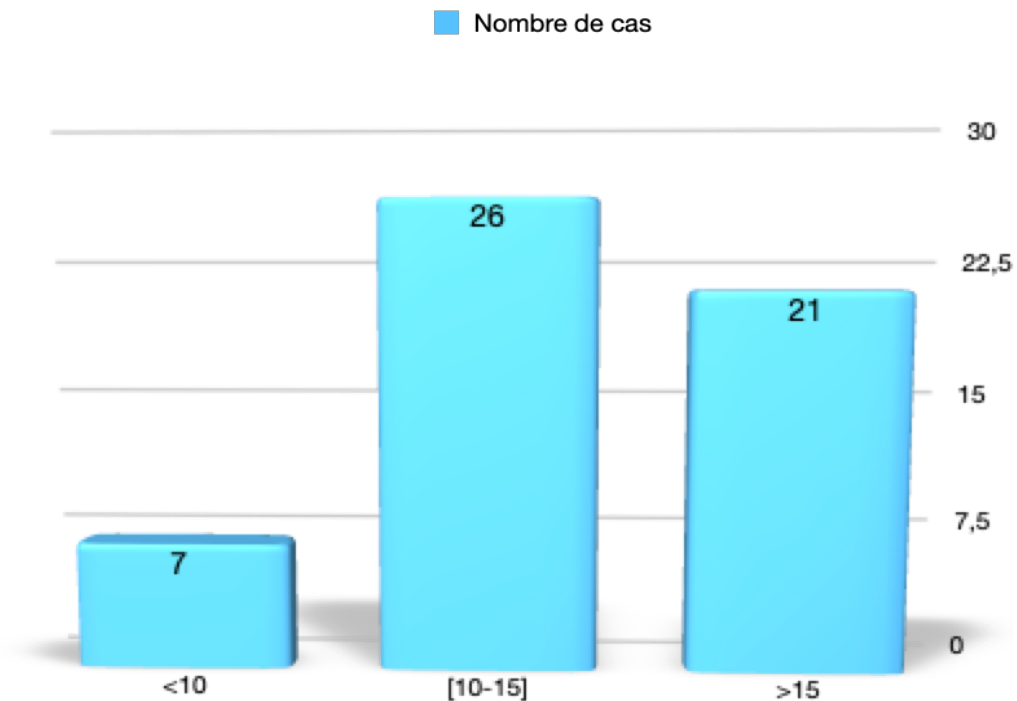


Figure 35 : Répartition des cas selon la distance TA-GT

Une position trop latérale de la TTA augmente la distance TA-GT et ainsi les forces latéralisantes de l'appareil extenseur sur la rotule. Dans notre série 38,9% des cas avaient une distance TA-GT augmenté (figure 35).

La moyenne de notre série était de 14,4mm avec un écart type de 4,1.

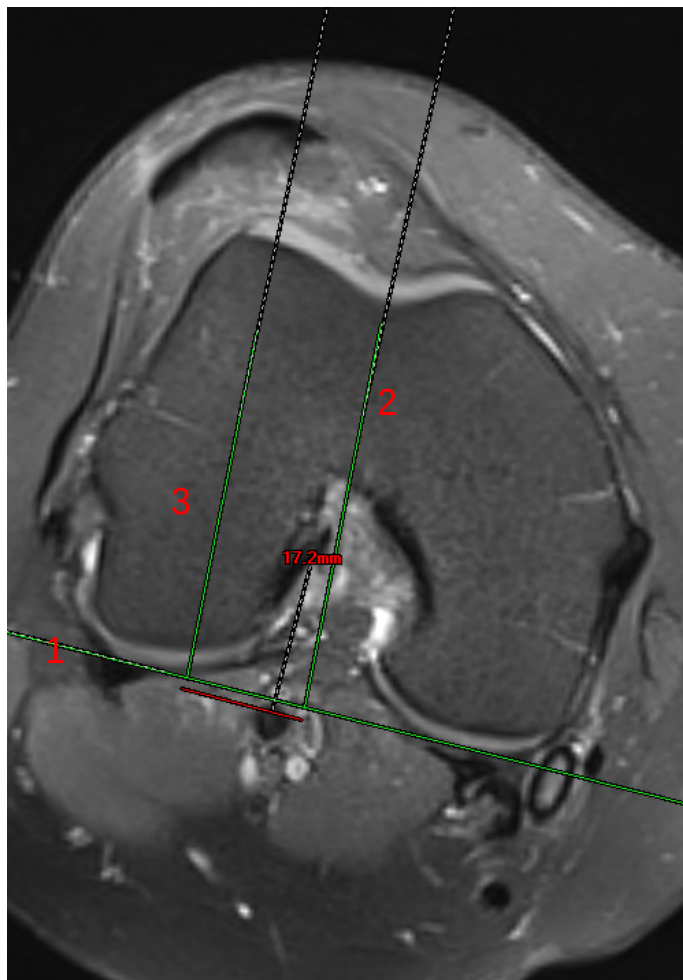


Figure 36 : IRM du genou en coupe axiale avec TA-GT = 17,2mm

La ligne bicondylienne (ligne verte 1), ligne passant par le fond de la trochlée (ligne verte 2), ligne passant par le sommet de la tubérosité tibiale antérieure perpendiculaire à la ligne 1 (ligne verte 3) et après superposition des deux coupes on mesure de la distance entre les deux (ligne rouge)

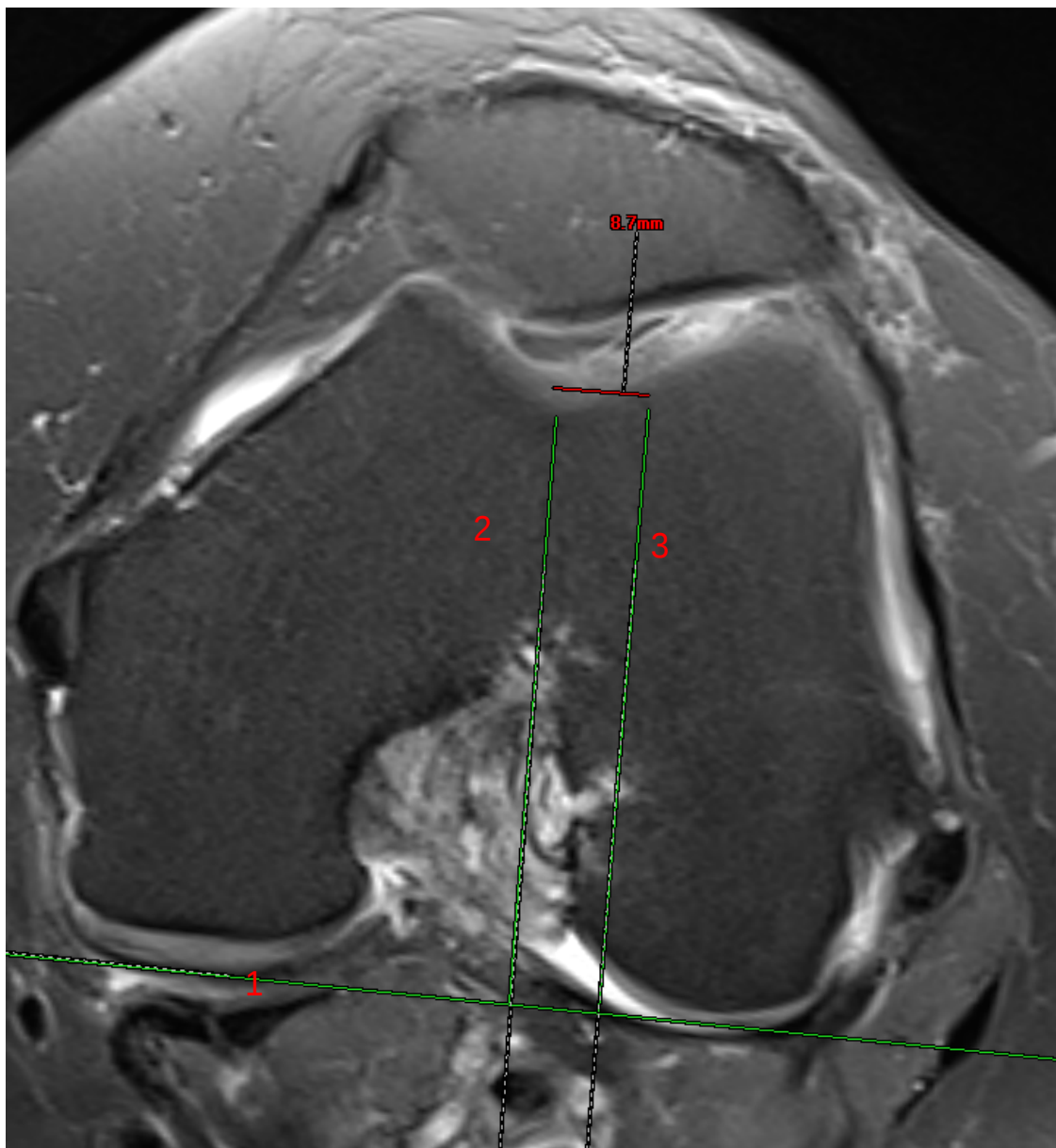


Figure 37 : IRM du genou en coupe axiale avec TA-GT = 8,7mm

La ligne bicondylienne (ligne verte 1), ligne passant par le fond de la trochlée (ligne verte 2), ligne passant par le sommet de la tubérosité tibiale antérieure perpendiculaire à la ligne 1 (ligne verte 3) et après superposition des deux coupes on mesure de la distance entre les deux (ligne rouge)

3.4 L'inclinaison latérale de la trochlée (ILT)

Cet angle, mesuré entre le plan bicondylien postérieur et la facette latérale de la trochlée serait plus fiable que la mesure de l'angle trochléen.

Il peut être évalué à trois niveaux de coupes successifs : la sus-trochlée, le sommet de la trochlée et la coupe passant par l'arche romane.

Les valeurs normales sont comprises entre 15 et 30°, une valeur inférieure à 11° est représentative d'une dysplasie de la trochlée.

Nos mesures ont été réalisées au niveau du sommet. Voici une figure reprenant les résultats obtenus :

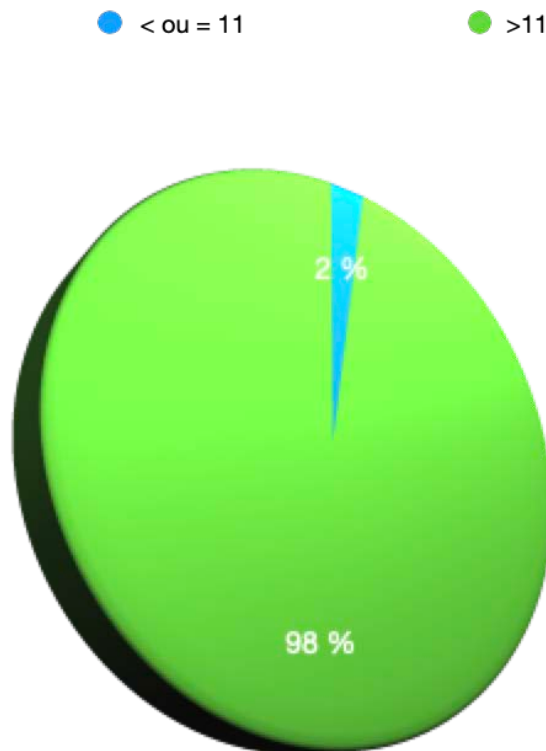


Figure 38 : Représentation des inclinaisons latérales de la trochlée chez la population cible

L'ILT moyenne de notre série est de 21,7° avec un écart type de 5,9 (figure 38).

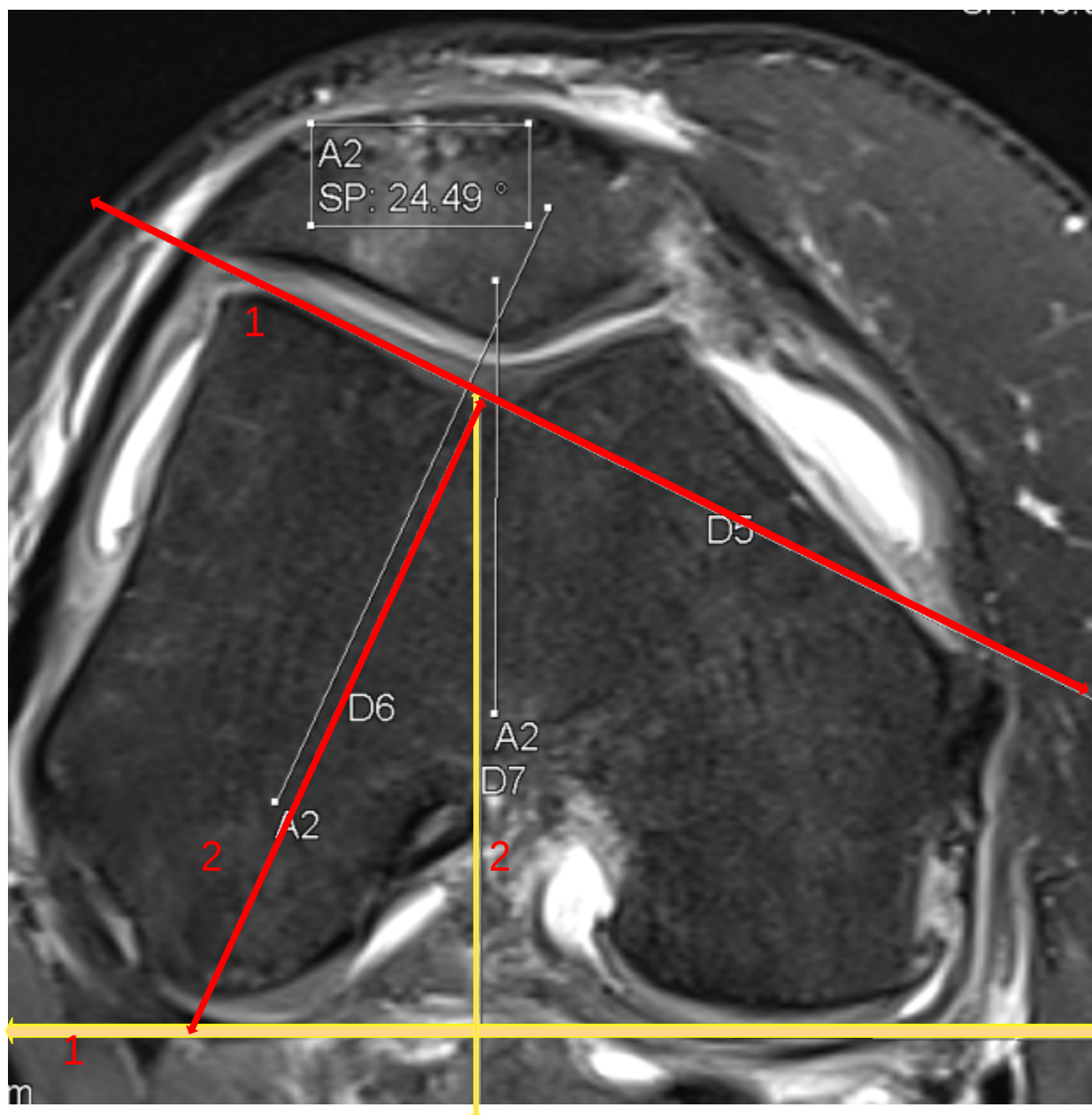


Figure 39 : IRM du genou en coupe axiale avec ILT = 24,5°

Plan bicondylien postérieur (flèche jaune 1) ; perpendiculaire du plan bicondylien (flèche jaune 2) ; facette latérale de la trochlée (flèche rouge 1) ; perpendiculaire de la facette latérale de la trochlée.

L'intersection des deux perpendiculaires (flèche jaune 2 et flèche rouge 2) forme l'angle de l'ILT.

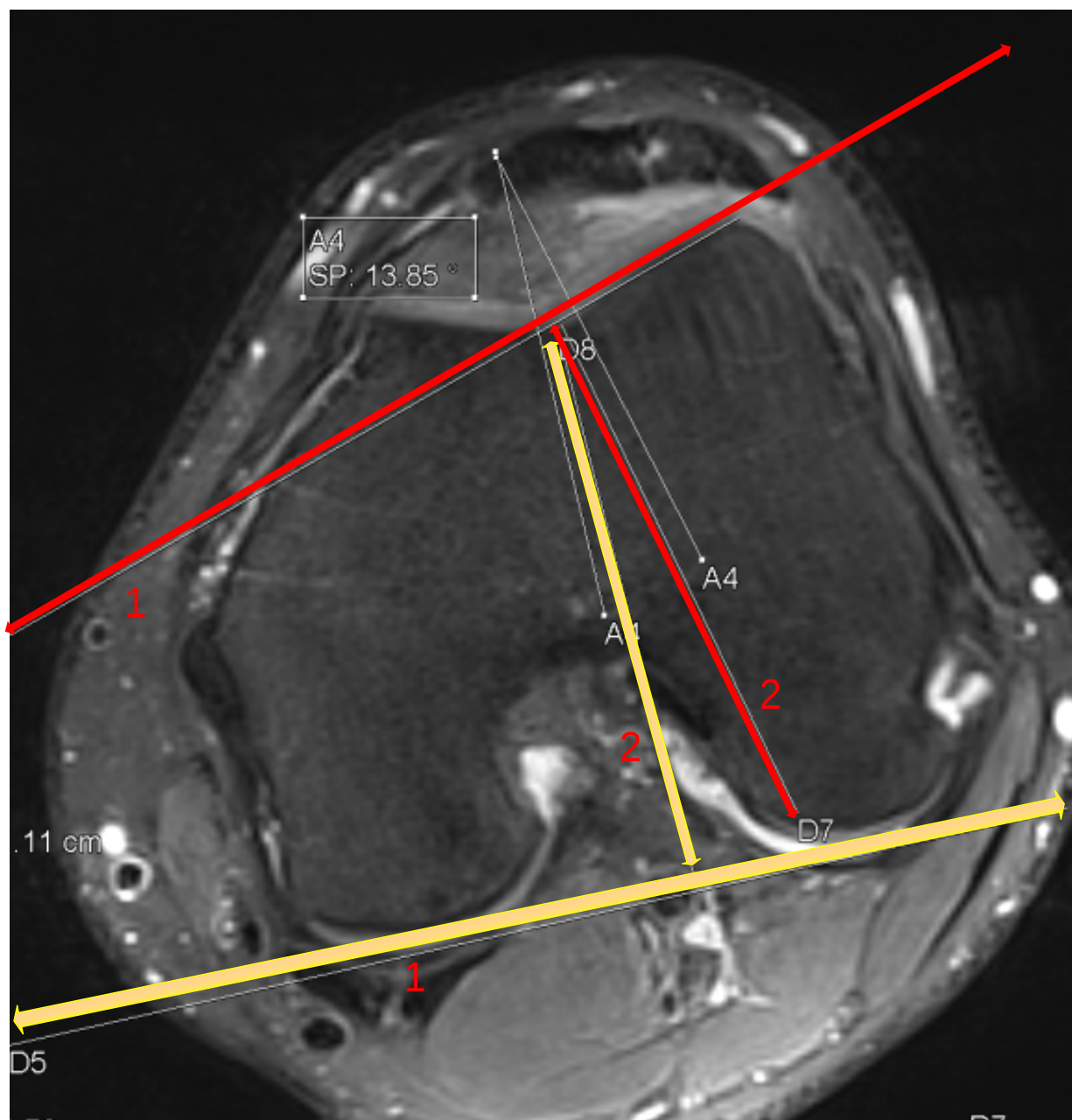


Figure 40 : IRM du genou en coupe axiale avec $ILT = 13,8^\circ$

Plan bicondylien postérieur (flèche jaune 1) ; perpendiculaire du plan bicondylien (flèche jaune 2) ; facette latérale de la trochlée (flèche rouge 1) ; perpendiculaire de la facette latérale de la trochlée.

L'intersection des deux perpendiculaires (flèche jaune 2 et flèche rouge 2) forme l'angle de l'ILT.

3.5 La profondeur de la trochlée (PT)

Sur le cliché de profil strict, flexion 30°, c'est la distance entre la gorge trochléenne et le bord antérieur des condyles mesurée à 1 cm au-dessous de la limite supérieure de la trochlée. C'est la moyenne des distances séparant la gorge (G) des berges latérale (L) et médiale (M) de la trochlée : $GL + GM/2$.

La valeur normale de la profondeur trochléenne est supérieure à 5mm, une mesure inférieure à 3mm est également significative d'une dysplasie trochléenne. Voici une figure reprenant les résultats obtenus :

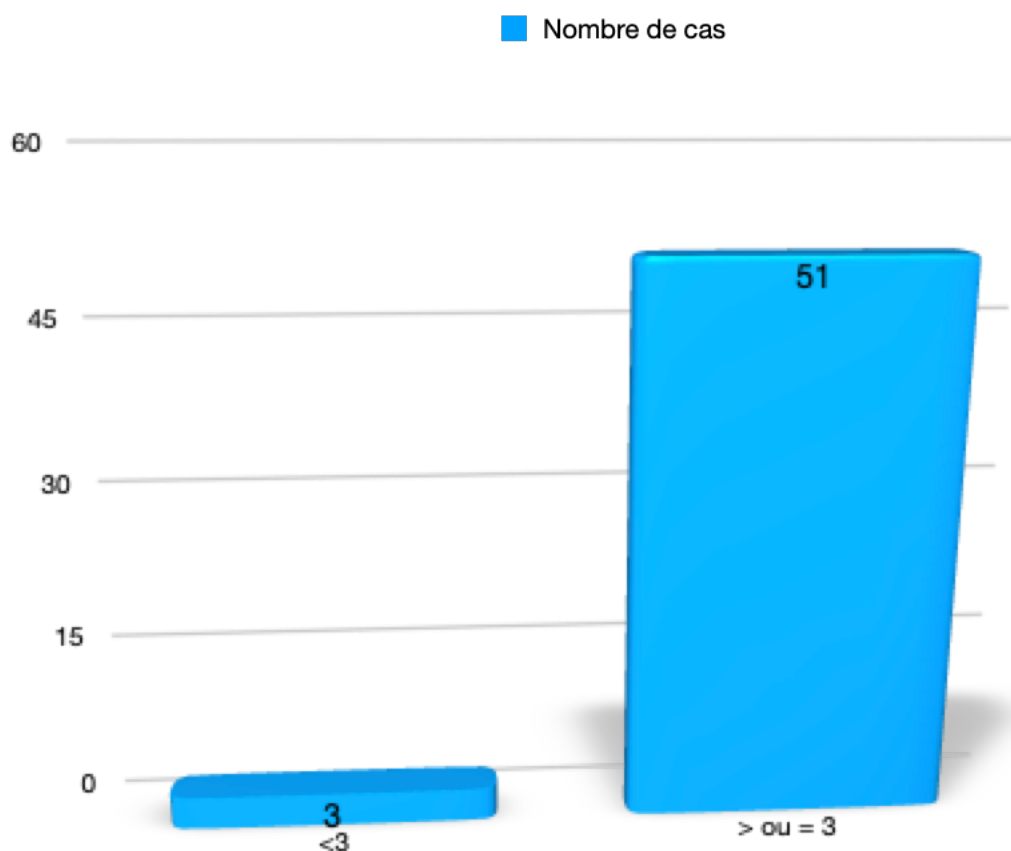


Figure 41 : Représentation des profondeurs trochléennes chez la population cible

La profondeur trochléenne moyenne était de 7,39, tandis que l'écart type était de 1,8 (figure 41).

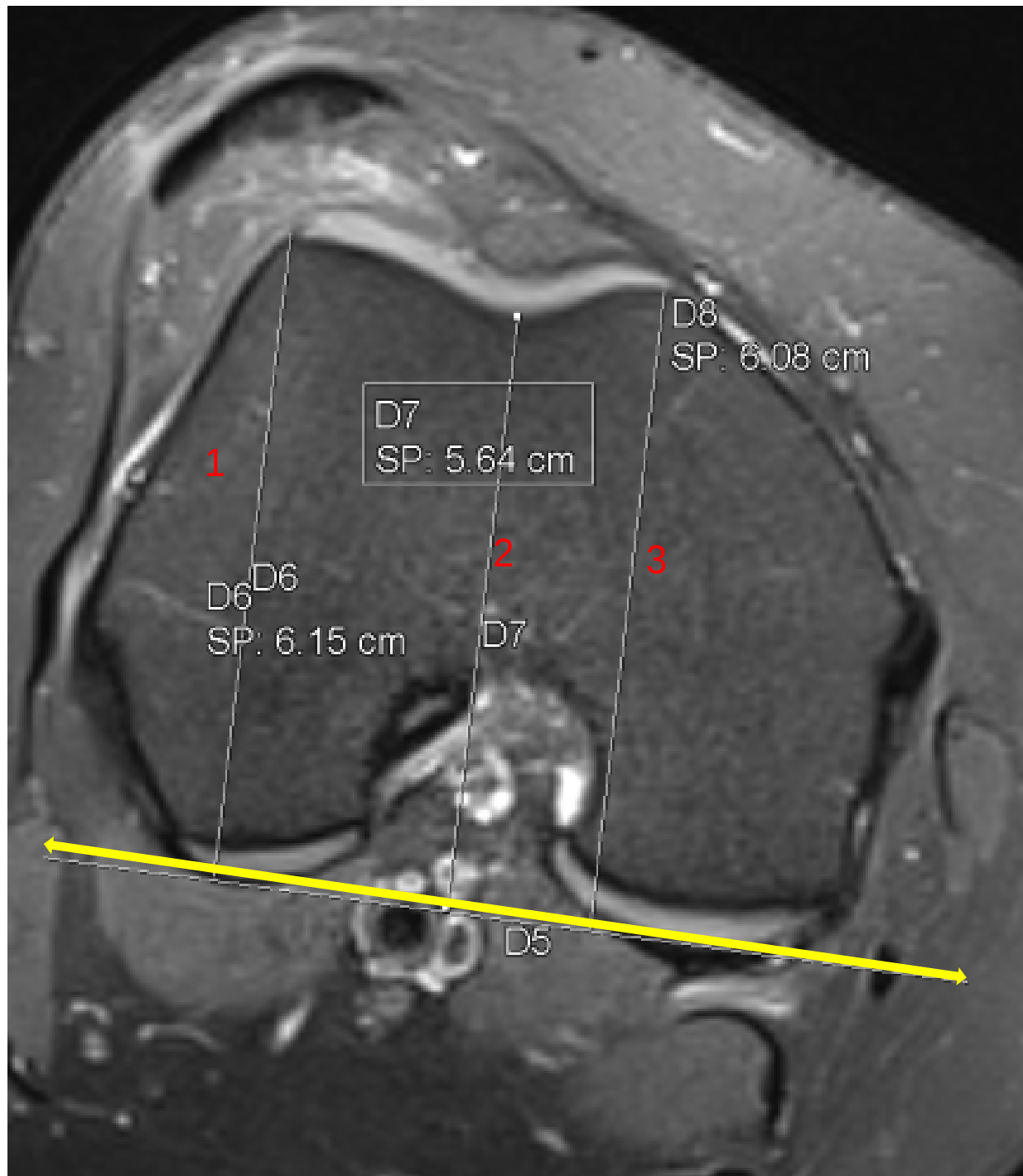


Figure 42 : IRM du genou en coupe axiale avec PT = 4,7mm

Plan bicondylien postérieur (flèche jaune) ; mesure du condyle interne (ligne 1) ; mesure de la gorge de la trochlée (ligne 2) ; mesure du condyle externe (ligne 3)

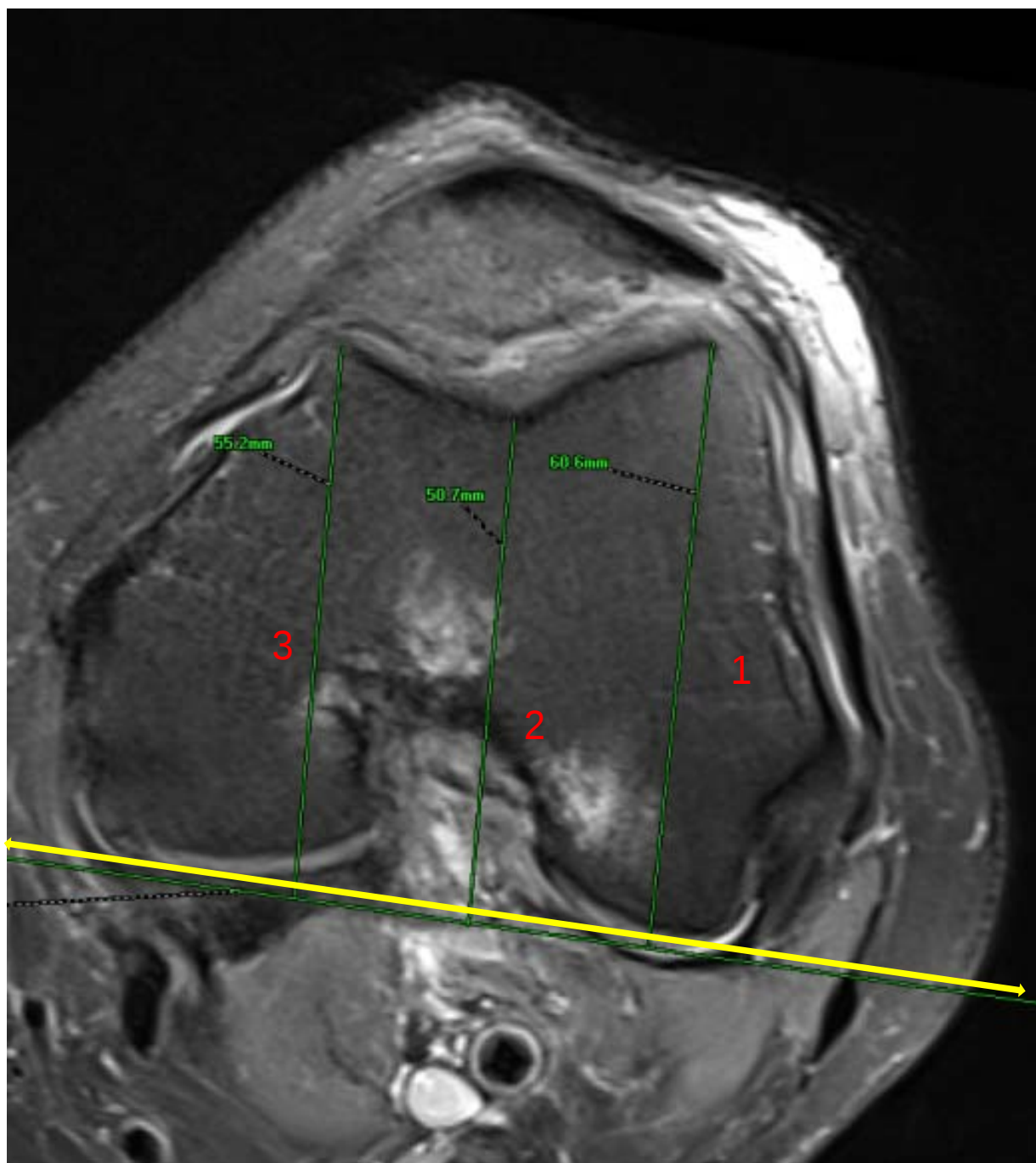


Figure 43 : IRM du genou en coupe axiale avec PT = 7,2mm

Plan bicondylien postérieur (flèche jaune) ; mesure du condyle interne (ligne 1) ; mesure de la gorge de la trochlée (ligne 2) ; mesure du condyle externe (ligne 3)

Tableau I : Résumé des éléments d'instabilité fémoro-patellaire comprenant la moyenne et l'écart type

Éléments d'instabilité fémoro-patellaire	Notre série			
Type de la Patella	Type I	Type II	Type III	Patella Bipartita
	25,9 %	53,7 %	18,5 %	1,9 %
	Moyennes			Écart type
Indice de Caton	1,16	40,7% > 1,2	0,2	
Indice d'Insall modifié	1,9	42,6% ≥ 2	0,2	
NP	9,9 mm	29,6% < 9 mm	3,2	
NP/P	0,36	31,5% < 0,25	0,2	
Gorge trochléenne	134,2°	25,9% > 140°	10,8	
Distance TA-GT	14,4 mm	38,9% > 15 mm	4,1	
Inclinaison latérale de la trochlée	21,7°	1,8 % < 11°	5,9	
Profondeur de la trochlée	7,39 mm	5,6 % < 3 mm	1,8	

4. Signes associés :

4.1 Chondropathie

Dans notre série 35 patients avaient une atteinte cartilagineuse selon la classification d'Outerbridge, répartie selon les types de la façon suivante :

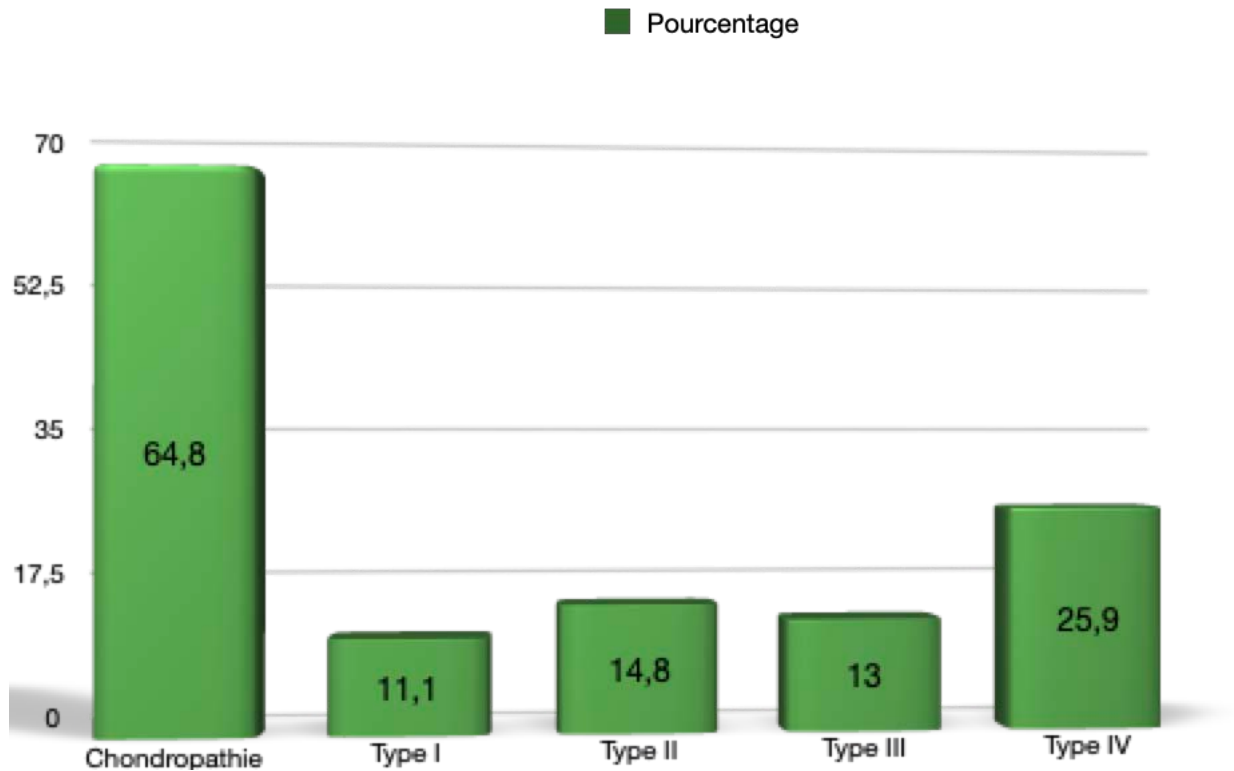


Figure 44 : Pourcentage des chondropathies par type chez les patients de notre série

La prévalence des chondropathies dans notre série était donc de 64,8%.

On remarque une prédominance des chondropathies type IV, suivies par celles de type II, puis celles de type III et enfin celles de type I (figure 44).

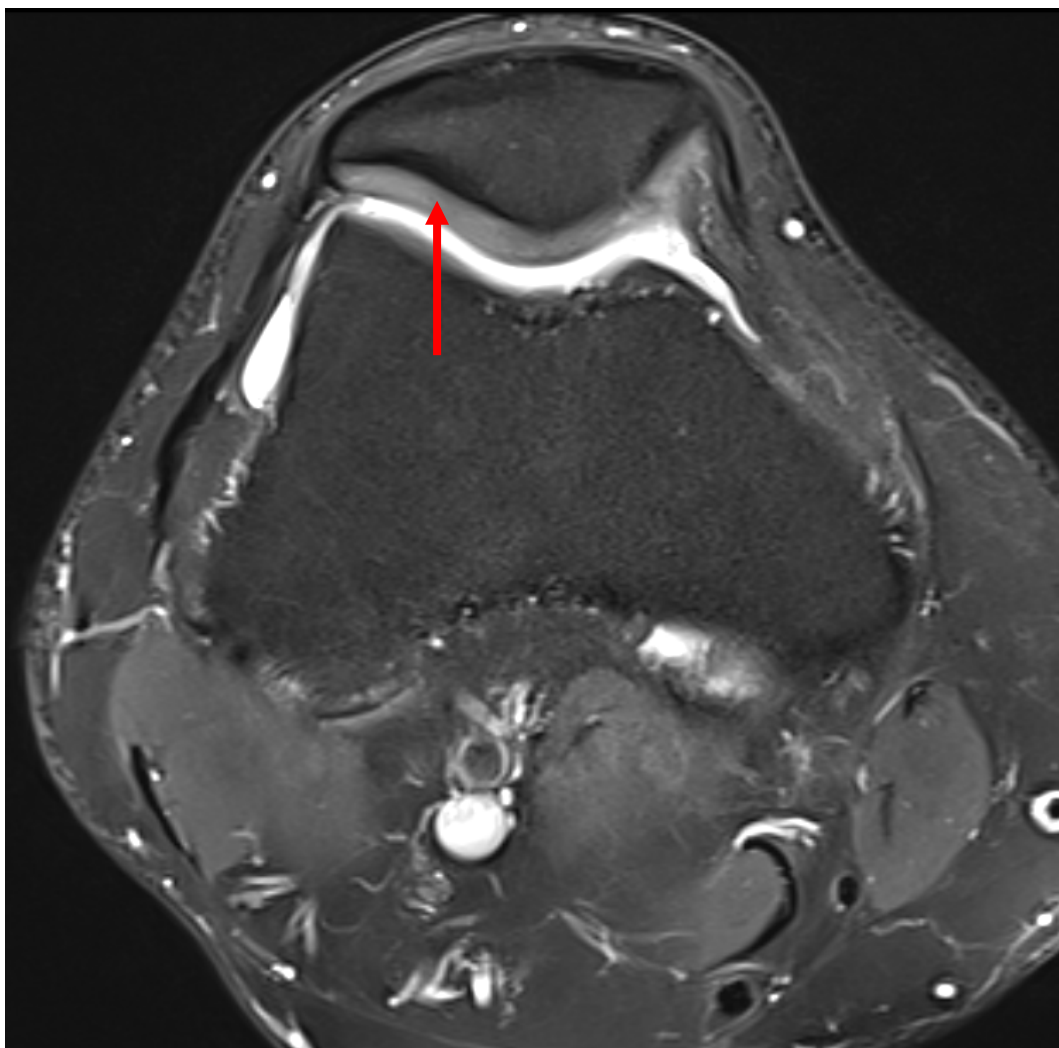


Figure 45 : IRM du genou en coupe axiale montrant une chondropathie grade I

Flèche rouge : Modification du signal cartilagineux sans anomalie de la surface articulaire

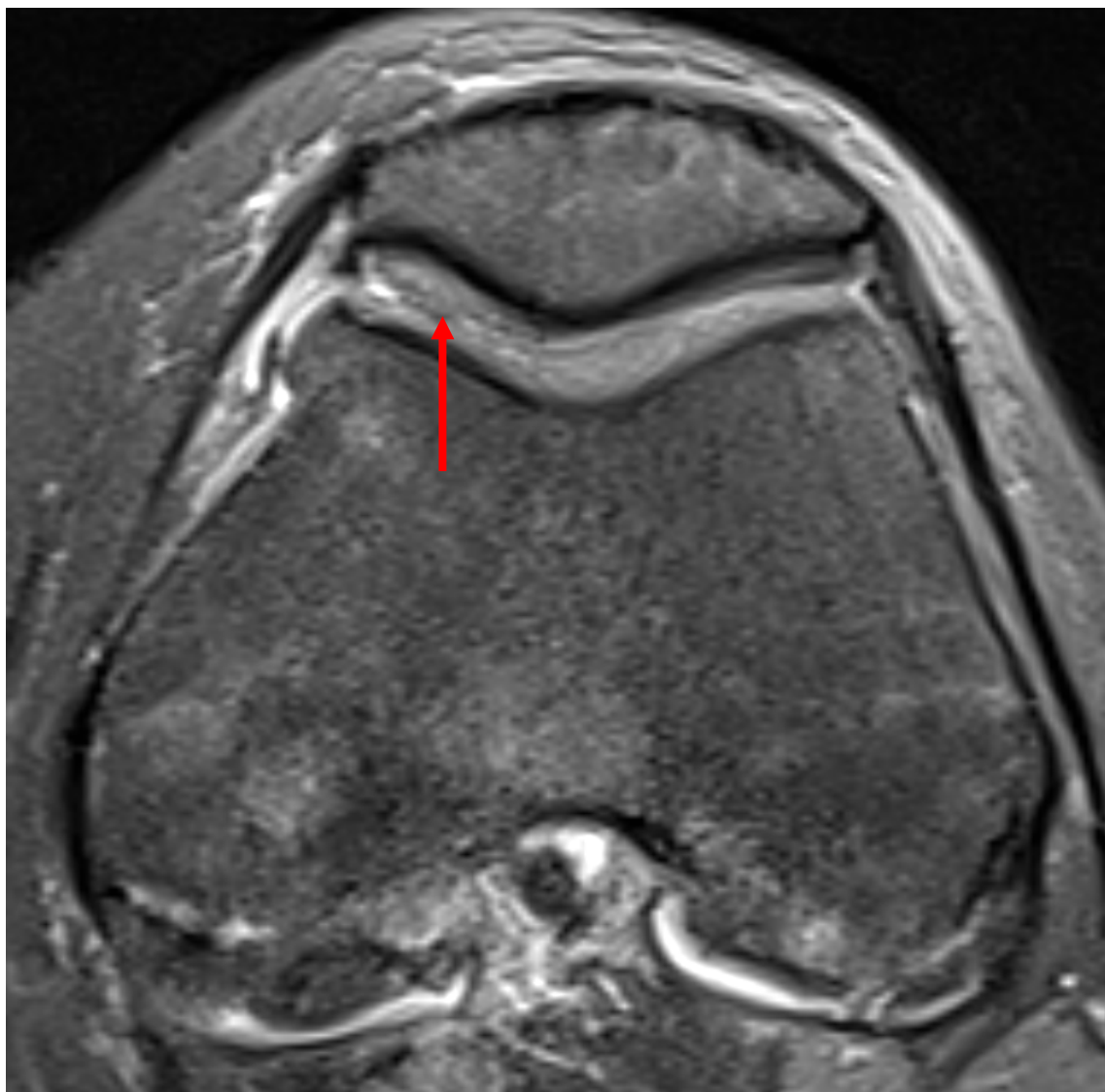


Figure 46 : IRM du genou en coupe axiale montrant une chondropathie grade II

Flèche rouge : Irrégularité de surface inférieure à 50 % de l'épaisseur totale du cartilage

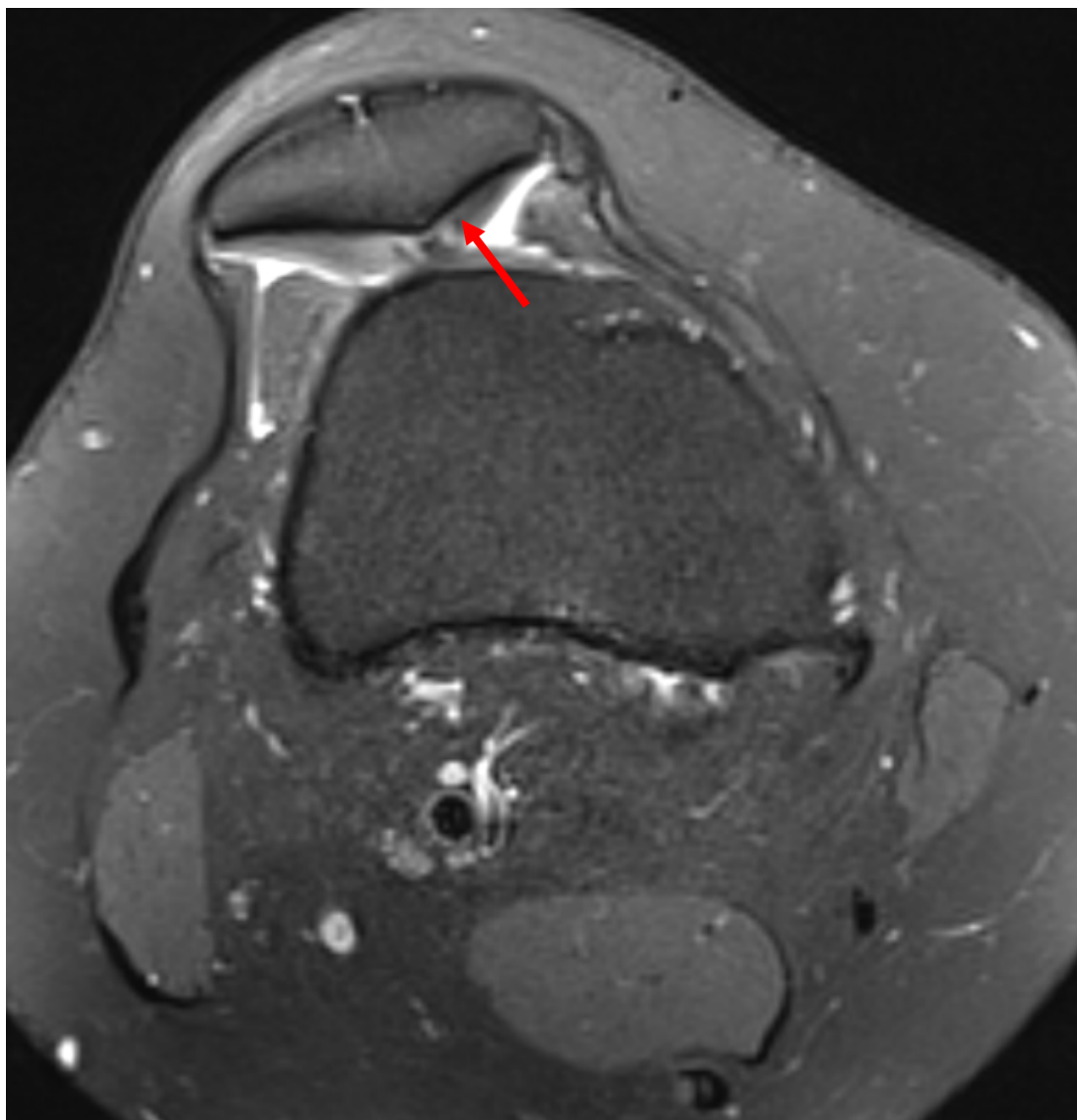


Figure 47 : IRM du genou en coupe axiale montrant une chondropathie grade III

Flèche rouge : Érosions profondes intéressant plus de 50 % de l'épaisseur totale du cartilage

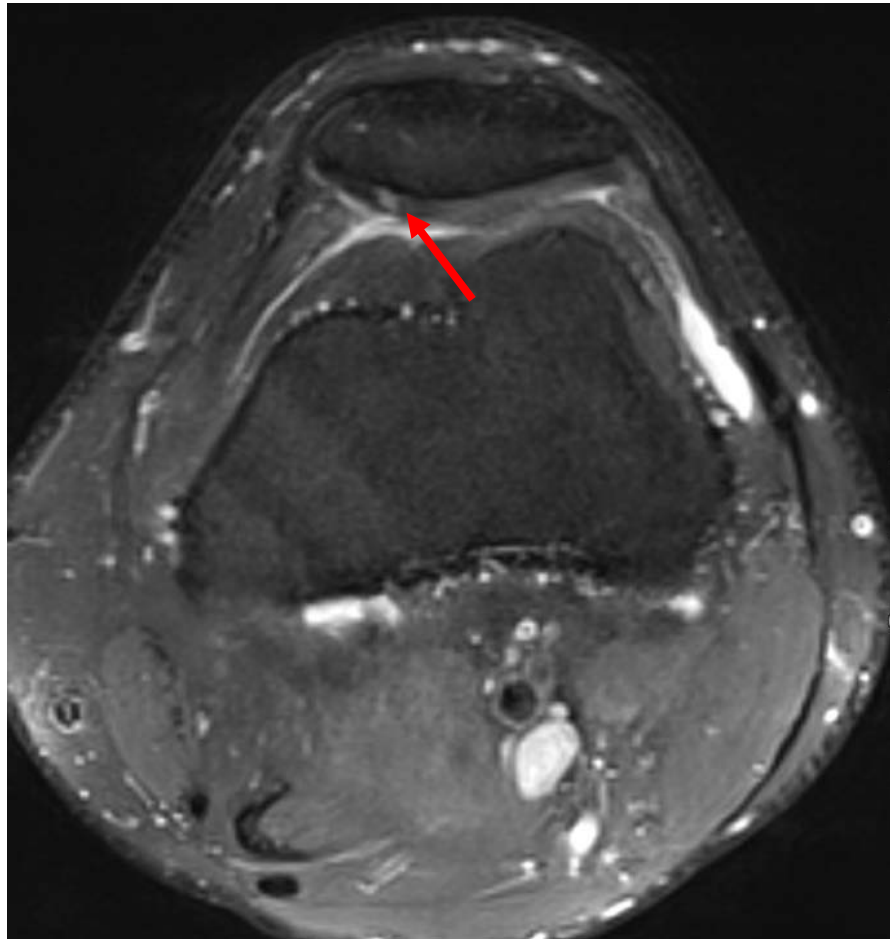


Figure 48 : IRM du genou en coupe axiale montrant une chondropathie grade IV

Flèche rouge : Mise à nu de l'os sous-chondral qui est lésé

4.2 Épanchement articulaire

Nous avons également trouvé chez 36 patients de notre série un épanchement articulaire :

● Épanchement articulaire ● Absence d'épanchement

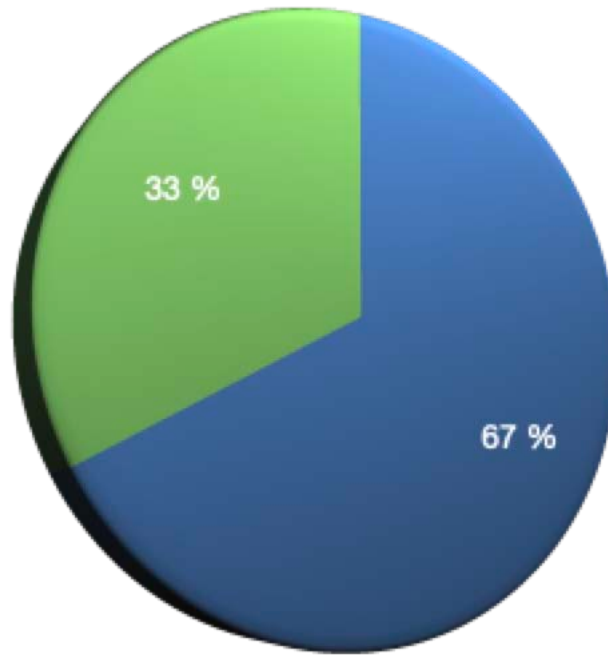


Figure 49 : Pourcentage des épanchements articulaires chez les patients de notre série

La prévalence de l'épanchement articulaire dans notre série était est donc de 66,7% (figure 49).

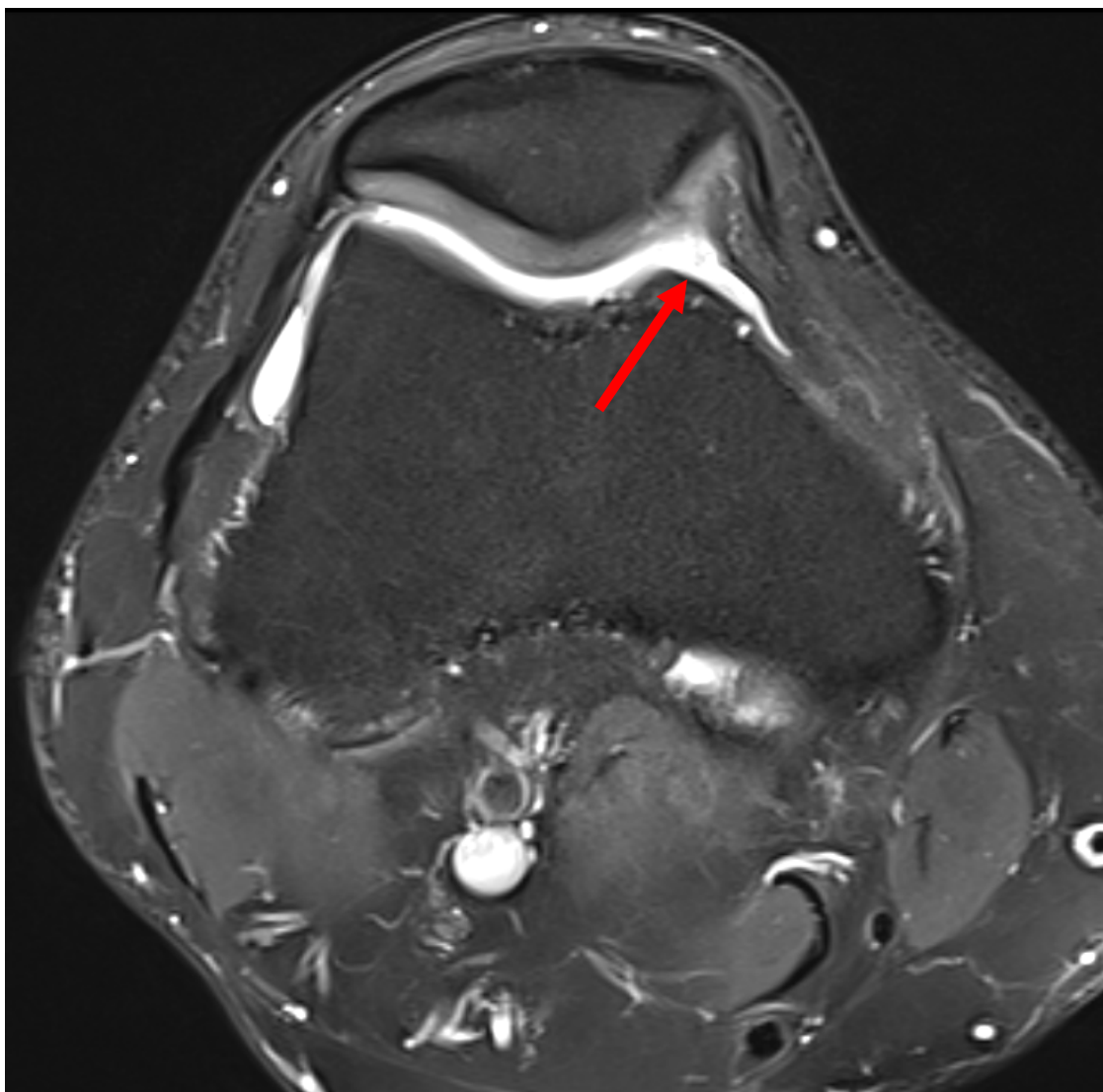


Figure 50 : IRM du genou en coupe axiale montrant un épanchement artulaire

Flèche rouge : épanchement artulaire avec modification du signal

4.3 Arthrose fémoro-patellaire

Dans notre série, 23 patients présentaient une arthrose fémoro-patellaire :

● Arthrose fémoro-patellaire ● Absence d'arthrose

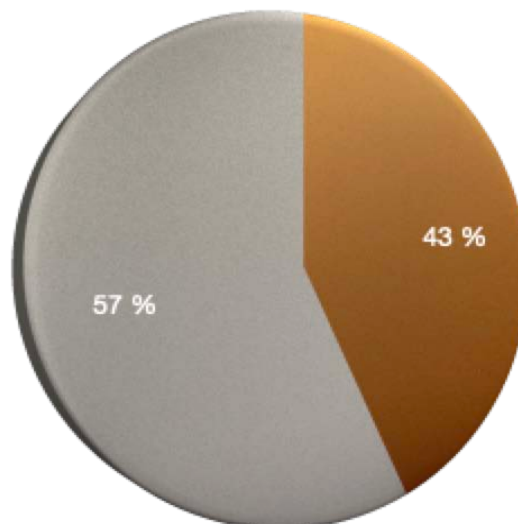


Figure 51 : Pourcentage des arthroses fémoro-patellaire chez les patients de notre série

La prévalence des arthroses fémoro-patellaires dans notre série était donc de 42,6% (figure 51).

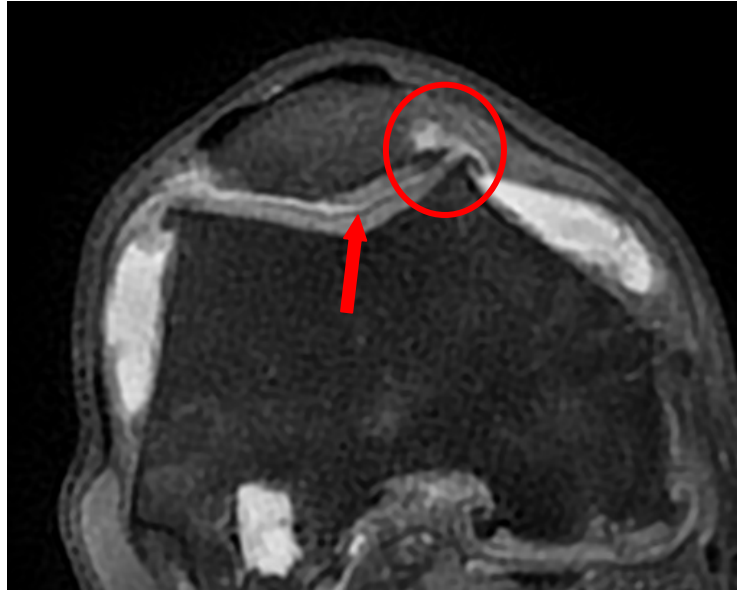


Figure 52 : IRM du genou séquence DP en coupe axiale montrant une arthrose fémoro-patellaire
Pincement de l'interligne artriculaire (flèche rouge) ; ostéophytose (cercle rouge)

4.4 Méniscopathie

Dans notre série, on avait également 26 cas de patients, porteur d'une atteinte méniscale :

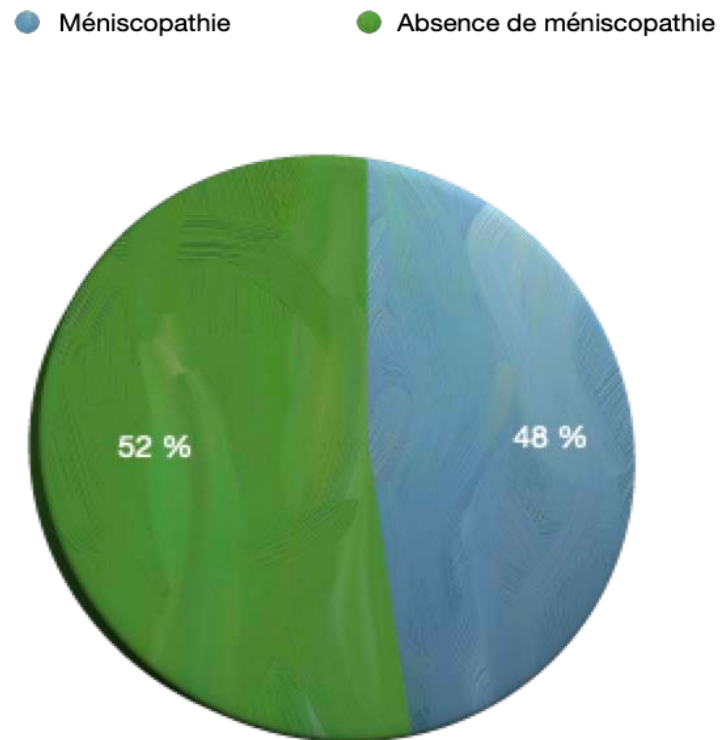


Figure 53 : Pourcentage des ménisopathies chez les patients de notre série

La prévalence des ménisopathies dans notre série était donc de 48,1% (figure 52).

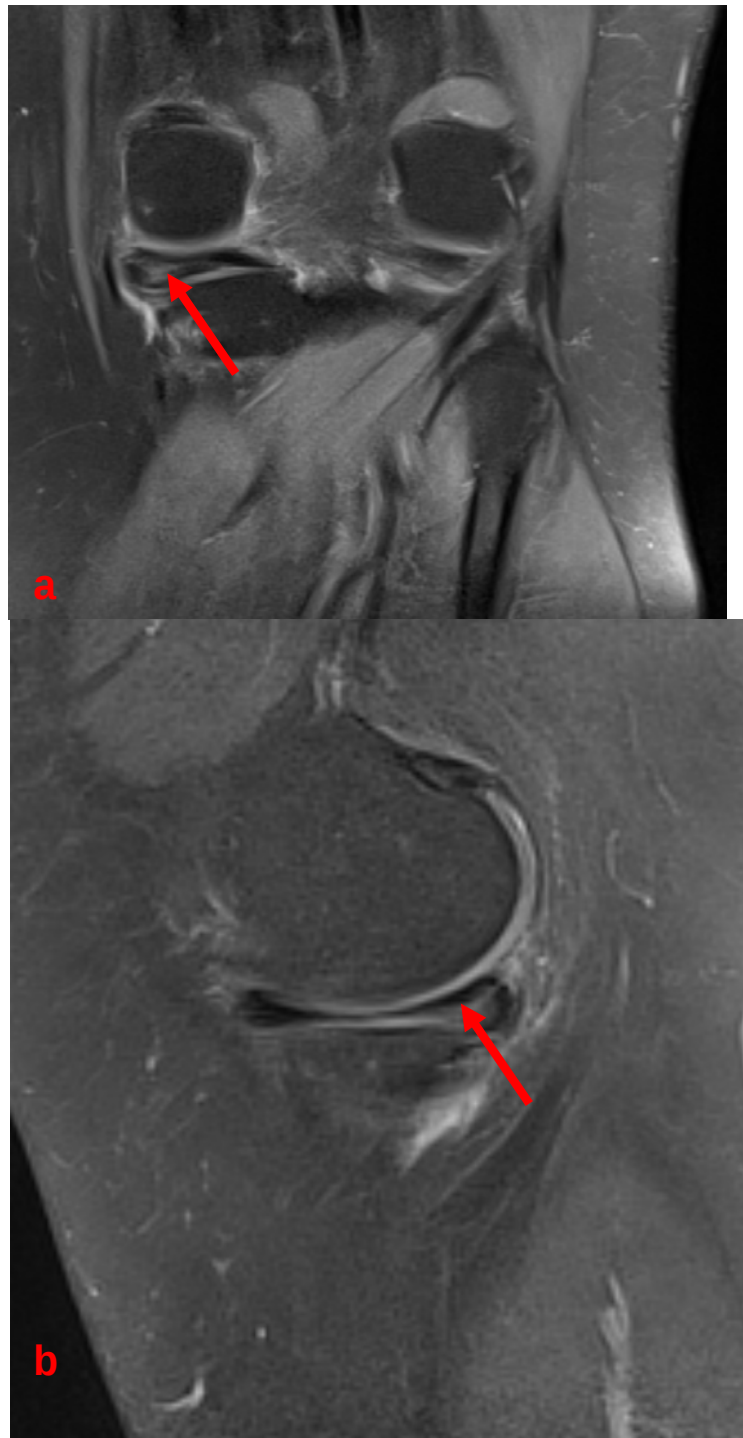


Figure 54 : IRM du genou montrant une lésion méniscale

a : coupe coronale ; b : coupe sagittale

Flèche rouge : hypersignal du ménisque

4.5 Tendinopathie rotulienne

Dans notre série, 4 patients présentaient une atteinte tendineuse rotulienne :

● Tendinopathie rotulienne ● Absence de tendinopathie

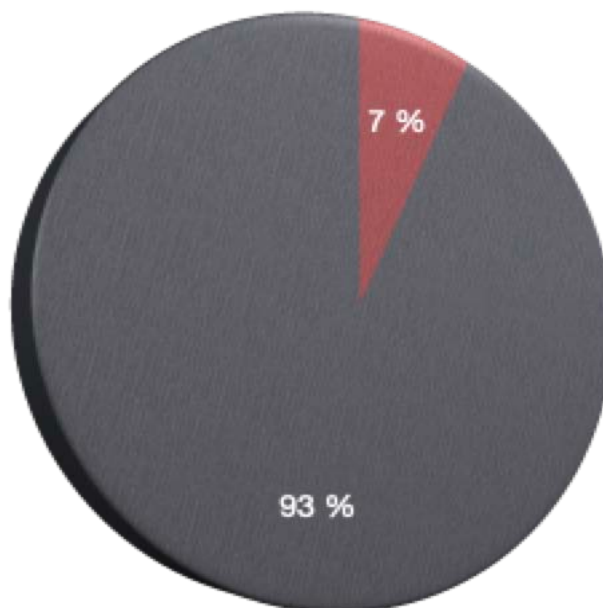


Figure 55 : Pourcentage des tendinopathies rotuliennes chez les patients de notre série

La prévalence des tendinopathies rotuliennes dans notre série était donc de 7,4% (figure 55).



Figure 56 : IRM du genou en coupe sagittale montrant une atteinte tendineuse

Flèche rouge : Tendinopathie fissurante du tendon rotulien ; flèche jaune : anomalie de signal en hypersignal liée à un syndrome de friction fémoro-patellaire

4.6 Bursite

Dans notre série, 1 patient présentait une bursite :

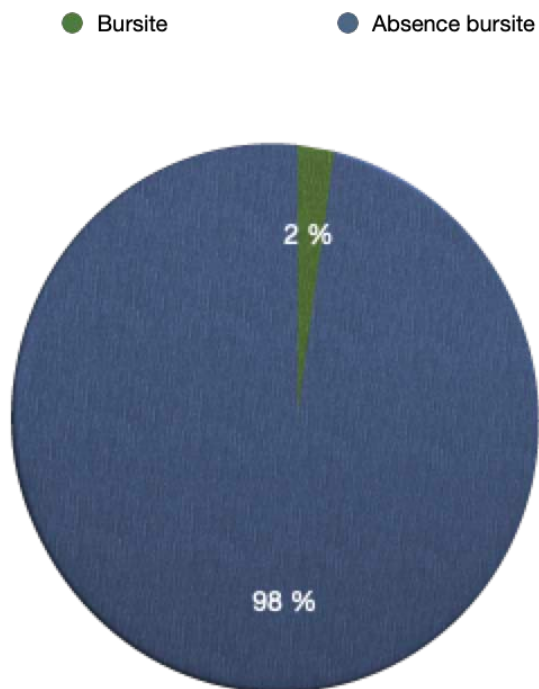


Figure 57 : Pourcentage des bursites chez les patients de notre série

La prévalence de la bursite dans notre série était donc de 1,9% (figure 57).



Figure 58 : IRM du genou en coupe sagittale montrant une bursite

Flèche rouge : Discrète bursite supra-patellaire

Flèche jaune : Syndrome de friction fémoro-patellaire

4.7 Oedème sous chondral

Dans notre série, on a également 16 cas de patients, avec un œdème sous chondral :

● Oedème sous chondral ● Absence d'œdème

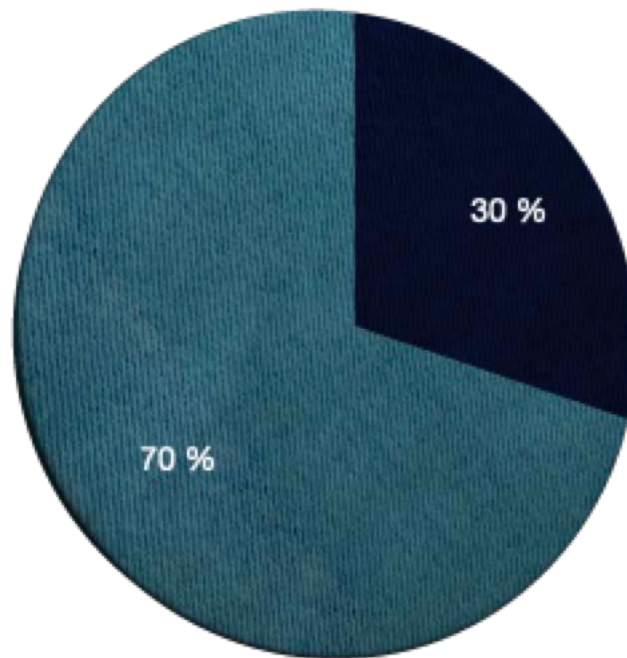


Figure 59 : Pourcentage des œdèmes sous chondraux chez les patients de notre série

La prévalence des œdèmes sous chondraux dans notre série était donc de 29,6% (figure 59).



Figure 60 : IRM du genou en coupe sagittale montrant un œdème sous chondral

Erosion sous chondrale médiale (flèche jaune) avec œdème osseux en regard (cercle rouge)

4.8 Kystes poplités

Dans notre série, 5 patients présentaient un kyste poplité :

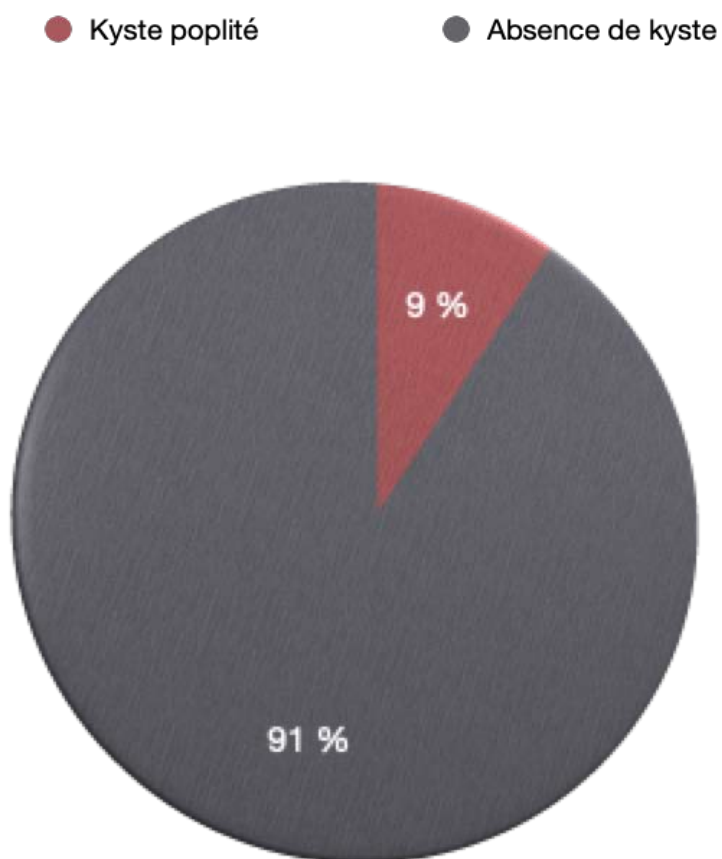


Figure 61 : Pourcentage des kystes poplités sous chondraux chez les patients de notre série

La prévalence des kystes poplités dans notre série était donc de 9,3% (figure 61).

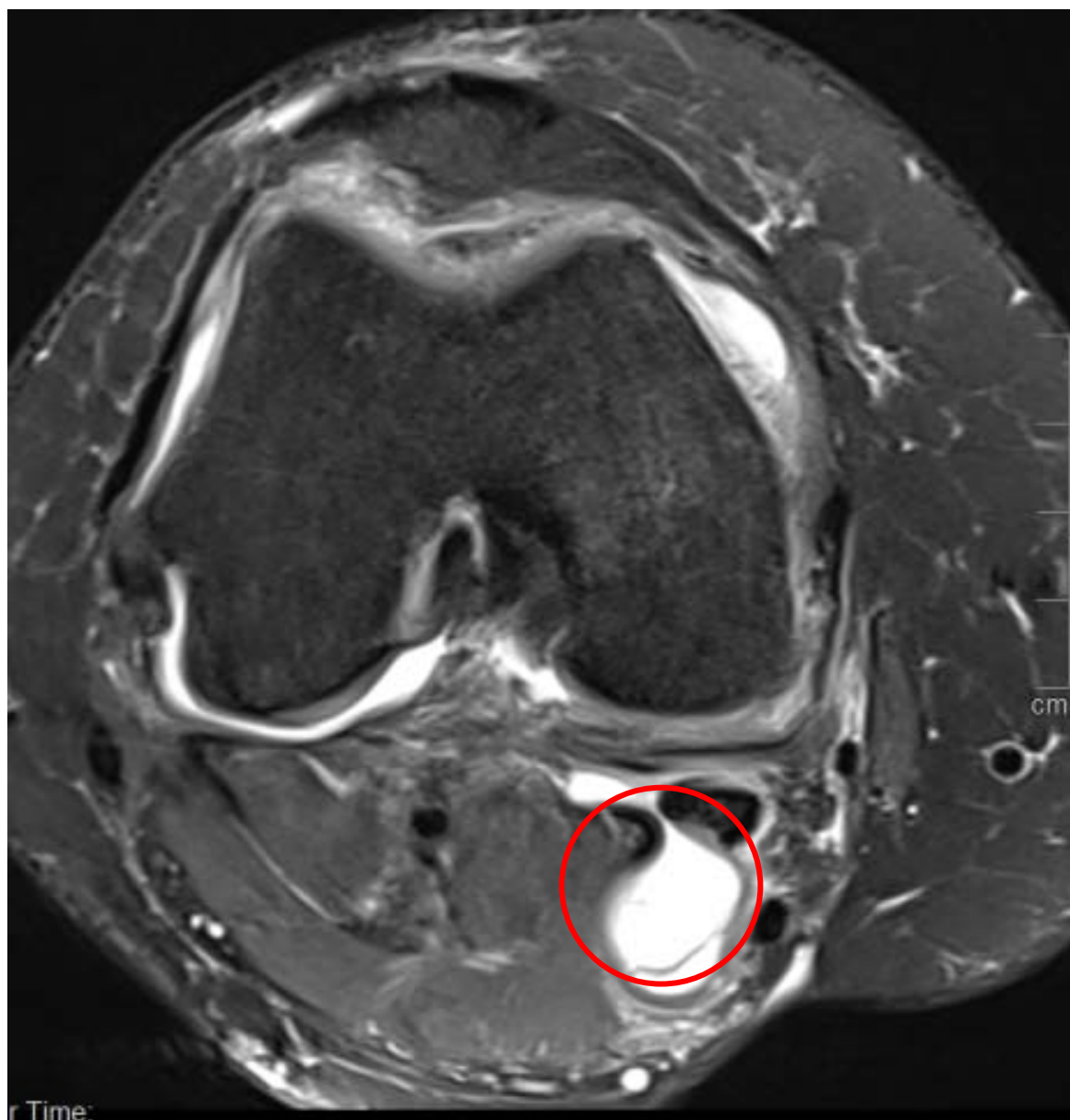


Figure 62 : IRM du genou en coupe axiale montrant un kyste poplité

Kyste poplité (cercle rouge)

Tableau II : Résumé des fréquences des signes associés rotulien chez la population cible

Signes associés	Pourcentage				
Chondropathie	64,8 % (35 cas)	Type I : 11,1 % (6 cas)	Type II: 14,8 % (8 cas)	Type III : 13 % (7 cas)	Type IV:25,9 % (14 cas)
Épanchement articulaire	66,7 % (36 cas)				
Arthrose fémoro-patellaire	42,6 % (23 cas)				
Méniscopathie	48,1 % (26 cas)				
Tendinopathie rotulienne	7,4 % (4 cas)				
Bursite	1,9 % (1 cas)				
Œdème sous chondral	29,6 % (16cas)				
Kystes poplités	9,3 % (5 cas)				

DISCUSSION

I. Rappel Anatomique :

L'articulation fémoro-patellaire est une articulation trochléenne qui se situe entre la trochlée fémorale et la face postérieure de la patella. Cette articulation est le fruit de l'existence de la patella, os séamoïde, qui est l'apanage des mammifères. La patella est apparue chez les vertébrés inférieurs en réponse aux pressions diverses et frottements liés à la fonction du genou : la station érigée et la marche. Elle est d'autant plus importante chez les bipèdes et, le premier d'entre eux, l'Homme.

Ainsi, nous verrons que l'articulation fémoro-patellaire joue un rôle très important dans la statique et la dynamique du genou

1. Anatomie descriptive de l'articulation fémoro-patellaire (AFP) [29]

1.1 Éléments osseux

La statique fémoro-patellaire s'appuie sur les principaux critères de normoplasie qui sont :

- la patella : le développement de la facette externe.
- les condyles : la profondeur de la gorge trochléenne avec un angle d'environ 140°, et la saillie de la joue externe de la trochlée
- les axes : dans le plan frontal, l'angle fémoro-tibial est d'environ 7° [30].

a. La patella [29], [31]

Triangulaire à base supérieure, aplatie d'avant en arrière, elle présente deux faces, antérieure et postérieure, une base supérieure, deux bords latéraux, un sommet inférieur. Os court, la patella présente deux corticales, antérieure et postérieure, séparées par du tissu spongieux finement aréolaire où l'on peut distinguer trois systèmes : l'un vertical travaillant en traction, le second antéro-postérieur travaillant en pression, le troisième transversal, travaillant également en traction

- La face antérieure de la patella :
 - o Convexe, creusée de nombreux trous vasculaires et de sillons verticaux formés par les faisceaux les plus antérieurs du tendon quadricipital.
- Elle présente trois parties :
 - o le tiers supérieur, rugueux, qui donne insertion au tendon quadricipital et au muscle vaste médial ;
 - o le tiers moyen, qui comprend de nombreux orifices vasculaires et de nombreuses stries lui donnant un aspect hâlé sur les radiographies axiales ;
 - o le tiers inférieur, en forme de V, donnant son insertion au tendon patellaire.

Cette face antérieure est superficielle, sous-cutanée et exposée aux traumatismes directs. Elle est orientée directement en avant et peut être prise, chez le sujet normal, pour plan de référence de l'orientation du genou.

- La face postérieure :

Elle présente deux parties : une partie supérieure, articulaire, et une partie inférieure non articulaire.

La partie supérieure articulaire s'étend sur les trois quarts de sa hauteur. Elle présente une crête mousse verticale qui la divise en deux facettes : une facette externe, large et concave, une facette interne, légèrement concave de haut en bas.

Elle peut être de trois types (classification de Wiberg [31]) :

- **Type I** : les deux facettes sont concaves et sensiblement de même largeur (figure 63).

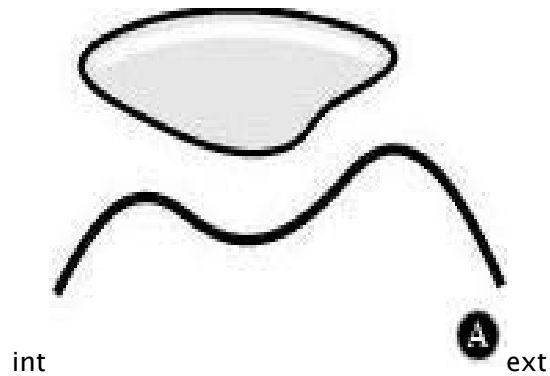


Figure 63 : Classification de Wiberg type I

- **Type II** : le plus fréquent, la facette interne est concave mais plus petite que l'externe (figure 64).

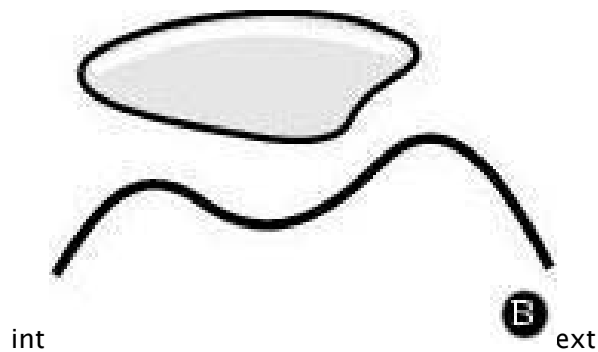


Figure 64 : Classification de Wiberg type II

- **Type III** : la facette interne est très petite et convexe, véritablement hypoplasique (figure 65).

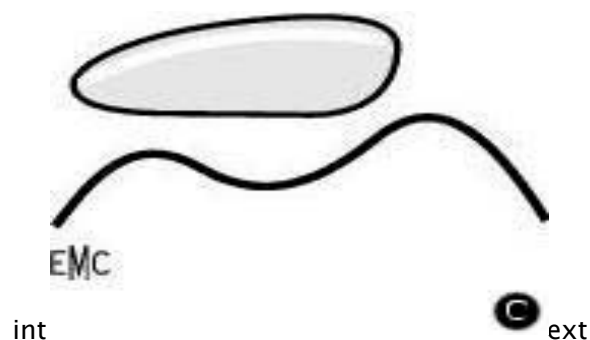


Figure 65 : Classification de Wiberg type III

Cette facette interne présente, le long de son bord interne, une empreinte, l'empreinte condylienne, seule partie de la facette latérale interne à s'appuyer et à glisser sur le condyle interne dans la flexion extrême du genou. Des modifications de cette facette articulaire ont des implications dans l'apparition d'arthrose fémoro-patellaire et de SFP.

Ainsi, cette surface articulaire de la face postérieure de la patella fait environ 12 cm^2 de surface. Elle est entièrement recouverte de cartilage dont l'épaisseur est très importante : 4 à 5 mm dans sa partie moyenne, ce qui en fait le plus épais des cartilages du corps humain. Ce cartilage patellaire revêt donc un rôle physiologique et pathologique considérable. Il atteint son développement maximal vers l'âge de trente ans puis s'amincit progressivement.

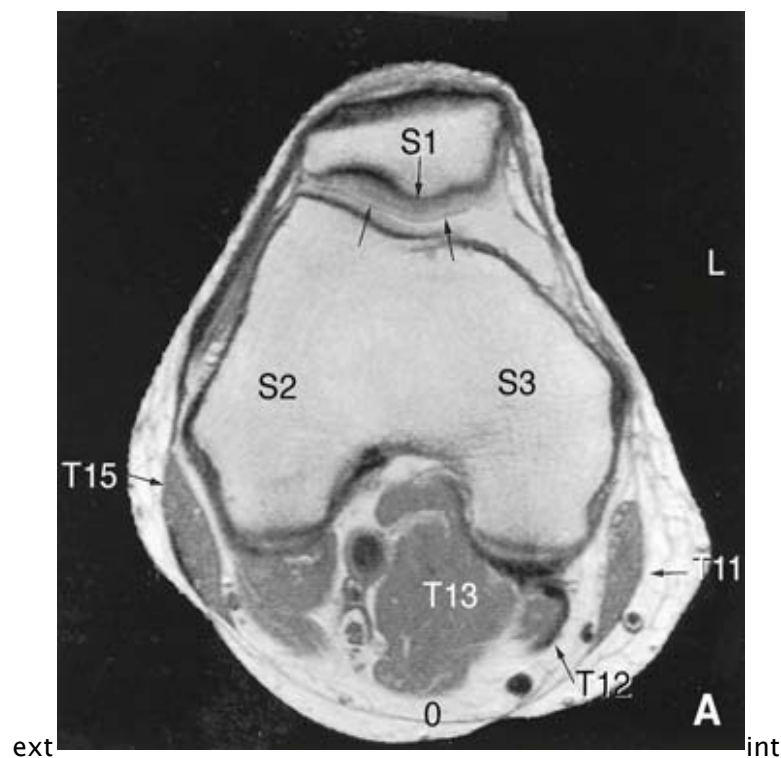


Figure 66 : IRM de genou droit en coupe axiale passant par le compartiment fémoropatellaire

[32].

S1 : patella. S2 : condyle fémoral latéral S3 : condyle fémoral médial T11 : muscle Sartorius.
T12 : muscle semi membraneux T13 : muscle Gastrocnémien interne T15 : muscle Biceps
fémoral

Les flèches noires pointant vers S1 et S3 indiquent le cartilage articulaire patellaire

La partie inférieure de la face postérieure, non articulaire, représente le quart de sa hauteur. Rugueuse, criblée d'orifices vasculaires, elle est en rapport avec le paquet adipeux du genou. Son bord supérieur, évasé à concavité supérieure, donne insertion à la synoviale

- La base de la patella :

Triangulaire à sommet postérieur, inclinée de haut en bas, d'arrière en avant, elle présente deux parties :

- o une partie antérieure, rugueuse, où s'insère le tendon quadricipital avec ses trois plans : muscles droit antérieur, vastes médial et latéral, vaste intermédiaire ;
- o une partie postérieure, entre l'insertion du tendon quadricipital en avant et de la capsule en arrière, lisse, répendant au paquet adipeux sus-patellaire.

- Les bords latéraux de la patella :

Ils présentent deux aspects : verticaux en regard de la portion articulaire, puis oblique vers le sommet de la patella. Le bord interne est épais et mousse ; le bord externe est mince et tranchant.

- Sur les bords latéraux s'insèrent d'avant en arrière [33] :
 - o L'expansion des muscles vastes, le vaste médial descendant plus bas que le vaste latéral
 - o Les retinaculas patellaires et les ligaments méniséo-patellaires.
 - o La capsule articulaire.
 - o L'expansion du fascia-lata sur le bord externe.

Au total, la patella contracte des rapports particuliers avec [31] :

- o Les plans superficiels : par sa face antérieure et son pourtour qui sont sous cutanés, elle est accessible à l'exploration clinique
- o L'articulation fémoro-tibiale : les deux articulations sont en continuité [31].

b. L'extrémité inférieure du fémur

La patella est en rapport avec la fossette sus-trochléenne, la trochlée, les condyles et l'échancrure intercondylienne.

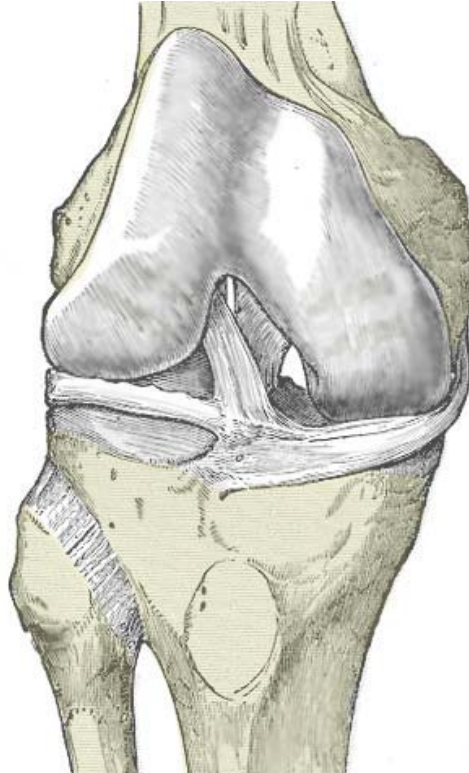


Figure 67 : Anatomie de la trochlée fémorale [34]

- **La trochlée (figure 67) :**

Partie articulaire de la face antérieure de l'extrémité inférieure du fémur qui s'articule avec la patella, elle présente :

- o Deux facettes articulaires ou joues interne et externe, convexes dans tous les sens ; la facette externe est plus haute, plus large, plus saillante que l'interne. Elles sont revêtues d'un cartilage ayant 2 à 3 mm d'épaisseur, plus mince sur le versant interne. Les deux facettes font un angle d'environ 140° [35].
- o Une gorge moulée, antéro-postérieure

- o La trochlée correspond au segment le plus fonctionnel, d'activité maximale, de l'articulation fémoro-patellaire.

- **Les condyles :**

Saillies convexes et allongées dans les deux sens, ils ne sont pas identiques : leur grand axe diverge vers l'arrière, le condyle interne divergeant plus que l'externe. Leur courbure est très particulière formée de deux parties : l'une antérieure, appelée partie « patellaire », l'autre postérieure appelée partie tibiale.

La jonction condylo-trochléenne asymétrique présente une rainure réalisée par l'empreinte des ménisques en extension. Ces rainures sont limitées en avant par des crêtes mousses.

c. La tubérosité tibiale antérieure

Forte saillie située à l'union des crêtes obliques de la face antérieure de l'extrémité supérieure du tibia, elle est le plus souvent déportée en dehors. Son rôle est considérable car elle forme l'attache fixe de la patella [29].

1.2 Moyens d'union

La patella apparaît comme le centre d'un ensemble capsulo-ligamentaire et tendineux complexe. Ces tissus mous sont des moyens d'union passifs de l'appareil extenseur et ont un rôle important dans la physiologie et la physiopathologie de l'AFP en complément des moyens d'union actifs musculaires plus souvent mis en avant.

a. La capsule

Son insertion patellaire borde le cartilage articulaire. Souvent abouchée à claire-voie, elle ne joue pas toujours son rôle de soutien. Le plan capsulaire antérieur est renforcé par des éléments fibreux qui peuvent être considérés comme des épaissements de la capsule : les ligaments tibio et fémoro-patellaires, les retinaculas et les ligaments ménisco-patellaires. Ils constituent les principaux moyens d'union passifs de l'appareil extenseur.

b. Les ligaments fémoro-patellaires

Les ligaments fémoro-patellaires ont une composante longitudinale et transversale. Leur action transversale limite les mouvements patellaires. Ils jouent un rôle critique dans la stabilité de l'articulation fémoro-patellaire [35].

Le ligament fémoro-patellaire médial est le principal tissu mou responsable de la restriction du mouvement latéral de la patella. Il apporte 50 à 60 % de la restriction de 0 à 30° de flexion du genou [36], [37]. Il n'y a pas de consensus sur le site exact d'insertion de ce ligament sur le fémur. Cette insertion a une importance dans la réparation chirurgicale du ligament fémoro-patellaire médial. Les fibres de ce ligament s'étendent dans la région de l'épicondyle et du tubercule de l'adducteur. Des fibres profondes ont été décrites comme s'insérant de manière proximale et postérieure à la pointe de l'épicondyle [38] alors que des fibres superficielles empruntent un trajet entre l'épicondyle médial et le tubercule de l'adducteur puis se dissipent dans la capsule postéro-médiale. Le ligament fémoro-patellaire médial semble se tendre lors de l'extension du genou avec la contraction quadricipitale et tire la patella de manière proximale.

c. Les retinacula patellaires

Ils ont un rôle physiologique et pathologique considérable. Les retinacula participent à la stabilité de la patella en formant une sangle ligamentaire transversale.

- Le retinaculum patellaire interne

Il est le plus important par son rôle d'amarre interne de la patella. Triangulaire à base patellaire, il prend origine sur les deux tiers supérieurs de la partie postérieure du bord interne de la patella, et se termine sur l'épicondyle interne c'est-à-dire la tubérosité du condyle interne, en arrière de la surface d'insertion du ligament collatéral médial. Le retinaculum patellaire interne est renforcé par l'insertion du muscle vaste médial [39].

- Le retinaculum patellaire externe

Plus court et plus étroit que l'interne, il s'étend du bord latéral externe de la patella à l'épicondyle latéral. Il est constitué de trois faisceaux :

- o le faisceau superficiel est confluent avec la bandelette ilio-tibiale,
- o le faisceau moyen s'insère à la face profonde de la bandelette ilio-tibiale et forme une structure transverse reliée à la patella,
- o le faisceau profond est confluent avec la capsule articulaire [35]

La rétraction de ses structures entraîne des conséquences mécaniques qui seront décrites dans la physiopathologie du SFP.

d. Les ligaments méniscopepatellaires

Considérés également comme des renforcements de la capsule, ce sont des trousseaux fibreux qui s'étendent obliquement de la partie inférieure des bords latéraux de la patella à la partie antérieure du ménisque correspondant. Le ligament méniscopepatellaire externe est généralement plus développé que l'interne. Ils participent avec les retinacules patellaires à la répartition des contraintes mécaniques s'exerçant sur l'AFP.

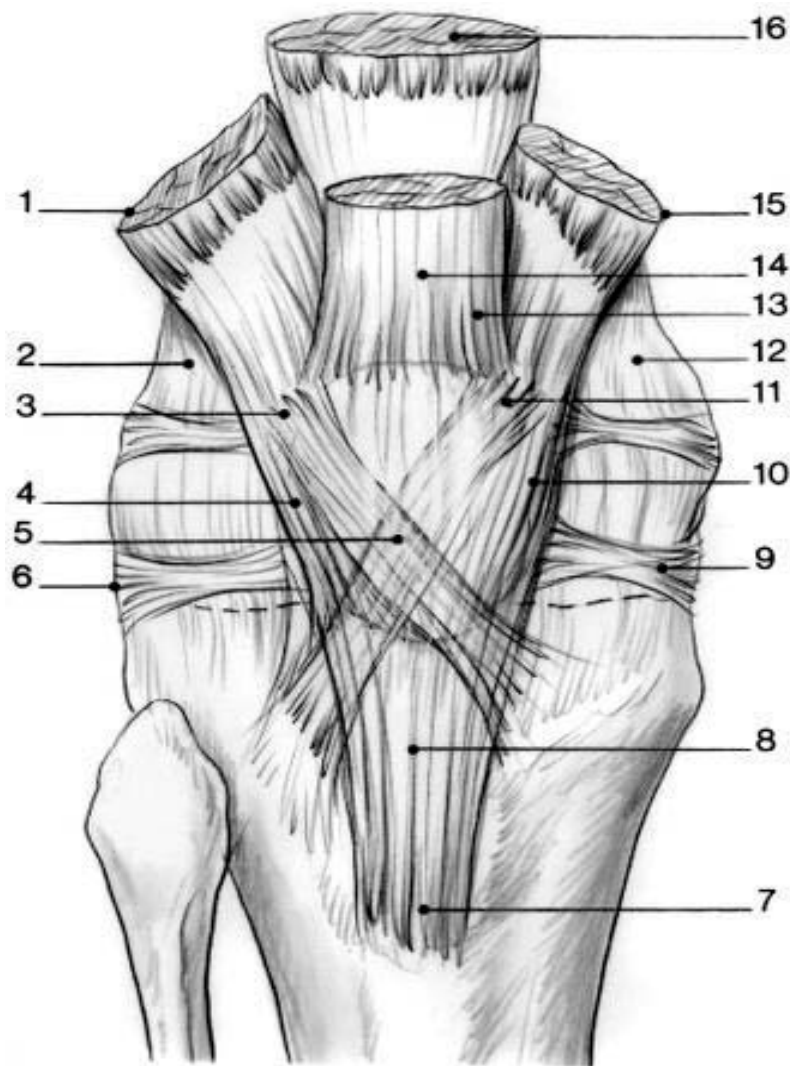


Figure 68 : Anatomie de l'appareil extenseur [40]

1. Muscle vaste latéral ; 2. Retinaculum externe ; 3. Fibres courtes obliques ; 4. Fibres longues ;
5. Expansions croisées des vastes (surtout pré patellaire) ; 6. Ligament méniscopepatellaire
externe ; 7. Tubérosité tibiale antérieure ; 8. Tendon patellaire ; 9. Ligament méniscopepatellaire
interne ; 10. Fibres longues ; 11. Fibres obliques courtes ; 12. Retinaculum interne ; 13. Tendon
quadriceps ; 14. Muscle droit antérieur ; 15. Muscle vaste médial ; 16. Muscle vaste
intermédiaire

1.3. Éléments d'insertion musculaires, définition de l'appareil extenseur (figure 68)

Deux muscles s'insèrent sur la patella : le quadriceps, essentiellement, et le tenseur du fascia-lata. Ils assurent la stabilisation et la cinématisation de la patella.

Ainsi, la patella et le quadriceps forment une unité fonctionnelle appelée appareil extenseur du genou comprenant quadriceps, tendon quadricipital, patella, tendon patellaire, tenseur du fascia-lata et tubérosité tibiale antérieure[41].

a. Le muscle quadriceps

- Le quadriceps est formé comme son nom l'indique par quatre chefs disposés en trois plans :
- Un plan superficiel représenté par le muscle droit fémoral ou droit antérieur, d'origine iliaque.
- Un plan moyen composé des muscles vaste médial et vaste latéral, d'origine fémorale, réunis par une aponévrose
- Un plan profond représenté par le muscle vaste intermédiaire, d'origine également fémorale[42].

Dans son ensemble, le muscle quadriceps engendre une force dirigée dans l'axe de la cuisse avec deux conséquences :

- dans le plan frontal, apparition d'une composante externe qui attire la patella en dehors [33]
- dans le plan sagittal, apparition d'une composante postérieure qui plaque la patella contre l'extrémité inférieure du fémur. Cette composante postérieure est d'autant plus importante que la flexion du genou est marquée

Le rôle du quadriceps sur la patella est double :

- stabilisation par la contraction équilibrée des deux vastes médial et latéral

- cinématique, le quadriceps é tant le muscle moteur de l'appareil extenseur.

Dans son ensemble, le quadriceps assure à lui seul la stabilité antéro-postérieure active du genou, il est essentiel à la station debout. Sa course est d'environ d'un 1 cm. Des quatre chefs du quadriceps, le muscle droit fémoral présente une importance capitale avec son quadruple rôle[31] :

- Extension de la jambe par sa partie supérieure verticale,
- Stabilisation de la patella dans les 20 derniers degrés d'extension
- Verrouillage du varus de jambe
- Contrôle de la rotation externe par sa partie inférieure oblique.

b. Le tenseur du Fascia-lata

Le Fascia-lata a deux expansions : l'une pré-patellaire, appelée également bandelette ilio-tibiale ; l'autre latéro-patellaire qui vient s'insérer sur le bord externe de la patella. Il représente une force de stabilisation active non négligeable de la patella. Il s'insère parfois uniquement sur l'angle supéro-externe de la patella.

c. Le tendon quadricipital

Il résulte de la fusion des tendons de terminaison des quatre chefs du quadriceps.

- Il présente trois plans:
 - o Un plan superficiel : le droit fémoral s'insère sur le bord antérieur de la base et le tiers supérieur de la face antérieure de la patella
 - o Un plan moyen : les deux vastes interne et externe, réunis sur la ligne médiale par une aponévrose solide. Ils s'insèrent sur la base de la patella en arrière du droit fémoral et sur les bords latéraux de la patella, l'interne descendant plus bas que l'externe ;
 - o Un plan profond : le vaste intermédiaire qui s'insère sur la base de la patella.

d. Le tendon patellaire

Il prend son origine depuis le pôle inférieur de la patella et s'insère sur la tubérosité tibiale antérieure. Aplati, large de 3 cm à son insertion patellaire, de 2,5 cm à son insertion tibiale, long de 5 à 6 cm et épais de 6 à 7 mm, sa direction est parfois verticale, le plus souvent oblique en bas et en dehors, attirant donc la patella en bas et en dehors. Il est très résistant pouvant supporter des poids de plus de 1500 kg. Il est, en fait, en continuité avec le tendon quadricipital [42]. Ces deux tendons sont importants dans la biomécanique fémoro-patellaire au travers des forces de traction qu'ils engendrent. La résultante de ces deux forces a un intérêt particulier et sera décrite ci-après.

1.4. Vascularisation

L'articulation fémoro-patellaire possède de une riche vascularisation avec une certaine individualité. Cette notion est importante à connaître pour comprendre la physiopathologie des douleurs par la suite.

a. Le réseau artériel (figure 69)

Le réseau artériel est formé par les artères articulaires venant de l'artère poplitée et l'artère grande anastomotique ou artère descendante du genou venant de l'artère fémorale et les artères récurrentes venant du tronc tibio-fibulaire et de l'articulation tibiale antérieure [43]. Il forme trois cercles :

- Un cercle péri-fémoral inférieur réalisé par les artères articulaires supérieures interne et externe. Ce cercle chemine contre le plan osseux du fémur, au-dessus de la synoviale et irrigue le versant postérieur de l'articulation fémoro-patellaire : épiphyse fémorale synoviale, et éléments capsulo-ligamentaires.
- Un cercle péri-patellaire, particulièrement riche, réalisé par les quatre artères articulaires, la grande anastomotique et les artères récurrentes. La patella est vascularisée par deux pédicules principaux : l'un supéro-interne aborde le tiers moyen de la face antérieure, l'autre inférieur aborde la partie inférieure extra-articulaire de sa face postérieure.

- Un cercle pé ri -tibial supé rieur ré alisé par les artères articulaires inférieures interne et externe et les artè res ré currentes Ce cercle chemine contre le plan osseux tibial , sous-synovial. Il irrigue le versant posté rieur de l'articulation fé moro-patellaire mais é galement le tendon patellaire et s'anastomose au cercle pé ri-patellaire [44].

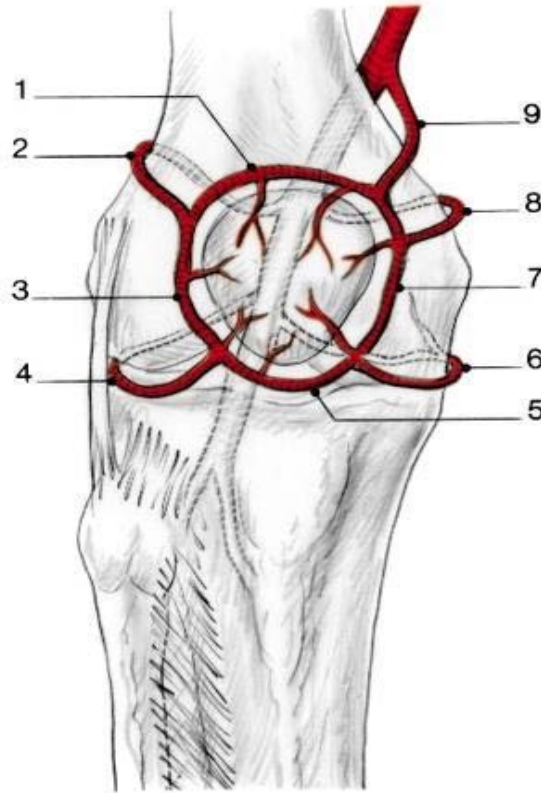


Figure 69 : Vascularisation de la patella [40]

1. Artè resupé rieure transverse; 2. Artè rearticulaire supé røexterne ; 3. Artè reparapatellaire laté rale; 4. Artè rearticulaire infé røexterne ; 5. Artè retransverse infé rieure; 6. Artè re articulaire infé røinterne ; 7. Artè reparapatellaire mé diale; 8. Artè rearticulaire supé røinterne ; 9. Artè regrande anastomotique

b. Le drainage veineux

Le réseau veineux reproduit le même schéma général. La patella richement vascularisée est essentiellement drainée par son pôle inférieur.

- Les deux voies principales de drainage de l'articulation fémoro-patellaire sont :
 - o En premier lieu par la veine poplitée dont le segment rétro-articulaire est toujours bien rempli par les veines articulaires supérieures et inférieures,
 - o Puis par la veine saphène interne.

La richesse de cette vascularisation permet de mieux comprendre certains mécanismes physiopathologiques du syndrome fémoro-patellaire et notamment l'origine de certaines douleurs par ischémie ou par apport massif de substances pro-inflammatoires dans les tissus mous entourant le genou.

1.5. Annexes

Le jeu articulaire fémoro-patellaire comprend également une synoviale et des bourses séreuses pré-patellaires richement innervées participant à la genèse des douleurs.

a. La synoviale

La synoviale antérieure annexée à l'appareil extenseur représente la majeure partie de la synoviale du genou.

On peut lui décrire trois étages :

- Un étage supérieur sus-patellaire ou cul-de-sac sous-quadricipital qui communique généralement avec la bourse séreuse sous-quadricipitale.
- Un étage moyen latéro-patellaire ou cul-de-sac latéro-patellaires. Synoviale et capsule s'insèrent sur les bords latéraux de la patella en bordure du revêtement cartilagineux. Situés dans une zone quadrilatère limitée en avant par la patella, en haut par les retinacules patellaires, en bas par les ligaments menisco-

patellaires et en arrière par les ligaments latéraux, les culs-de-sac latéraux-patellaires s'étendent sur les faces latérales des condyles et sont accessibles à la palpation.

- Un étagé inférieur sous-patellaire ou corps graisseux infra-patellaire. La synoviale recouvre et sépare de la cavité articulaire le corps graisseux infra-patellaire situé en arrière de la partie non articulaire de la face postérieure de la patella et du tendon patellaire, et au-dessus de la surface pré-spinale du tibia. En haut, la masse graisseuse se prolonge le long de la moitié inférieure des bords latéraux de la patella sous la forme de bourrelets graisseux appelés replis alaires.

b. Les bourses séreuses pré-patellaires

Trois bourses séreuses peuvent se rencontrer de la surface vers la profondeur, permettant le glissement des plans antérieurs :

- Une bourse séreuse superficielle ou sous-cutanée développée dans le tissu cellulaire sous-cutané ;
- Une bourse séreuse moyenne ou sous-aponévrotique entre l'aponévrose et le plan tendineux sous-jacent ;
- Une bourse séreuse profonde ou intra-quadriceps entre les couches tendineuses du quadriceps, au-dessus de la patella.

La synoviale, les bourses séreuses et le corps graisseux infra-patellaire sont richement innervés par des fibres nociceptives [45].

2. Anatomie fonctionnelle et biomécanique de l'AFP

La statique fémoro-patellaire est assurée par deux facteurs passifs, osseux et ligamentaire, et un facteur actif, musculaire.

2.1 Stabilité patellaire

La stabilité patellaire résulte d'un équilibre entre ces trois facteurs.

a. Rôle du type articulaire

Anatomiquement, l'articulation fémoro-patellaire est une articulation trochléenne

Géométriquement, une surface de cette articulation est en forme de poulie avec une profonde gouttière et deux joues, l'autre surface articulaire ayant une forme en coin et glissant dans la poulie comme une corde. Mécaniquement, l'articulation trochléenne n'a qu'un axe de mobilité, l'axe transversal coïncidant avec l'axe des joues trochléennes, et ne possède que d'un degré de liberté la flexion-extension.

L'articulation fémoro-patellaire est étroitement unie à l'articulation fémoro-tibiale. Par des rapports anatomiques dans un premier temps : il s'agit d'une même articulation avec une cavité articulaire unique. Par des rapports fonctionnels ensuite : l'articulation fémoro-tibiale est une articulation anatomiquement bicondylienne mais pouvant être assimilée à une articulation trochléenne

Il a été rapporté que le sillon de la trochlée fémorale dans la plupart des genoux normaux et arthrosiques a une position légèrement latérale par rapport au point situé à équidistance des condyles fémoraux médial et latéral [46]. Ce résultat est contraire à la croyance générale qui plaçait le sillon de la trochlée en son centre. Des études radiographiques de la patella ont également démontré que son centre est légèrement latéralisé ($2,2 \pm 0,9$ mm) [47]. Il en découle que lorsqu'on interprète des images de l'articulation fémoro-patellaire, la congruence osseuse ne reflète pas la véritable congruence articulaire.

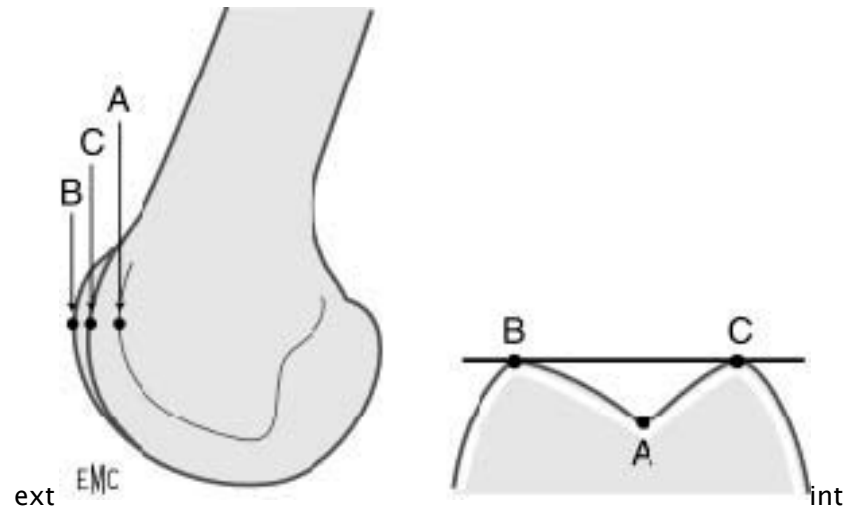


Figure 70 : Trochlée fémorale normale

A : gorge de la trochlée B : condyle fémoral latéral C : condyle fémoral médial

La traction musculaire tend à tracter la patella latéralement lorsque le genou est proche de l'extension car l'axe de traction du quadriceps forme un angle aigu avec le tendon patellaire, décrit par certains auteurs comme l'angle Q. La résistance principale à ce déplacement latéral de la patella est produite par la hauteur et la pente du condyle fémoral latéral. Il est difficile de définir une forme et un alignement normal de la trochlée, mais il a été établi que l'angle moyen du sillon est de $137^{\circ} \pm 8^{\circ}$ et que le condyle latéral est plus élevé que le condyle médial [35]. Au niveau du sillon de la trochlée et de la surface articulaire de la patella, il existe des différences significatives entre la géométrie du cartilage articulaire et l'os sous-chondral [30], [48]. Il a été observé que dans la gorge de la trochlée, le cartilage est plus épais dans le sillon qu'au niveau des condyles [30]. Certains auteurs ont démontré par utilisation de l'IRM que la géométrie des surfaces cartilagineuses et sous-chondrales de la patella sont différentes. Cela implique que les moyens radiologiques et morphologiques utilisés jusqu'à présent ne reflètent peut-être pas la géométrie cartilagineuse et les véritables mécanismes articulaires de l'AFP [35].

b. Rôle des tissus mous

Les ligaments fémoro-patellaire et fémoro-tibial jouent un rôle très important dans la stabilité articulaire de l'AFP. Leur composante transversale permet de limiter l'inclinaison médiale ou latérale patellaire. Les ligaments fémoro-patellaires servent probablement de guide pour la patella lorsqu'elle s'engage dans la gorge de la trochlée lors du début de la flexion du genou [35].

Rappelons que le retinaculum péripatellaire est un ensemble de couches de tissu fibreux qui relie les bords médial et latéral de la patella au fémur, au tibia et au tendon patellaire [39]. Les fibres superficielles du retinaculum proviennent du fascia du vaste latéral et du vaste médial, reliant ainsi le quadriceps à la patella [39]. Ce lien est responsable de l'influence dynamique du quadriceps sur l'articulation fémoro-patellaire dans différents plans durant les mouvements actifs du genou.

Le rôle spécifique du retinaculum péripatellaire est de stabiliser l'articulation fémoro-patellaire dans le plan frontal [49]. Powers et al ont également démontré que le retinaculum a un rôle de distribution de la charge au sein de l'appareil extenseur du genou après une étude sur genoux cadavériques [50]. En effet, une tension plus élevée dans le tendon patellaire est trouvée lorsque le retinaculum est réséqué pour une même charge sur un genou lors de l'extension et lors de la flexion à 60°. Étant donné que le moment de force de l'articulation fémoro-patellaire est la résultante du vecteur de force du tendon quadricipital et du tendon patellaire, toute augmentation de tension dans le tendon patellaire va entraîner une augmentation de la pression articulaire dans l'articulation fémoro-patellaire [50].

Les fibres superficielles du retinaculum latéral sont également reliées à la bandelette ilio-tibiale. La couche profonde du retinaculum latéral est constituée de plusieurs structures incluant le ligament fémoro-patellaire transverse et latéral et la bandelette tibio-patellaire [51]. La couche profonde du retinaculum médial est quant à elle composée du ligament fémoro-patellaire médial, ménisco-patellaire et tibio-patellaire médial. La patella est donc connectée de

manière très proche au tractus ilio-tibial, au tibia et au fémur [51]. Cette relation anatomique complexe explique le rôle de distribution de la charge au sein de l'appareil extenseur du retinaculum péripatellaire

c. Rôle du quadriceps (figure 71)

Élément actif de la stabilisation, le quadriceps agit par chacun de ses chefs dans le sens longitudinal, mais également dans le sens transversal par le muscle vaste médial dont les fibres charnues les plus basses sont presque horizontales et forment l'unité appelée vaste médial oblique (VMO).

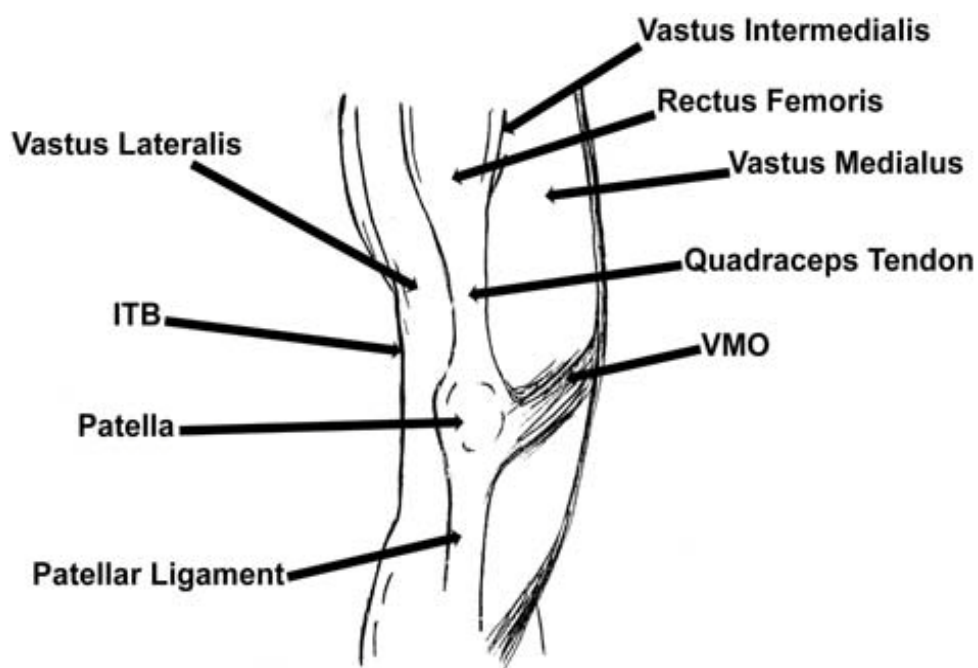


Figure 71 : Appareil extenseur : rôle du vaste médial oblique [52]

ITB : « bande ilio-tibial » – VMO : vaste médial oblique

Le vaste médial oblique est issu des tendons des longs et grands adducteurs et s'insère sur le retinaculum médial et la partie supéro-médiale de la patella. L'angle d'insertion du VMO est de 50 à 55° par rapport à l'axe du fémur, ce qui explique la contrainte médiale sur la patella par cette portion du quadriceps [51]. Certains auteurs définissent ainsi le VMO comme le

principal stabilisateur médial de la patella dans le plan frontal avec une action qui équilibre la traction latérale du vaste latéral [53], mais également une traction postérieure [53].

Le droit fémoral prend origine sur l'épine iliaque antéro-inférieure et passe au-dessus de l'acetabulum avant de s'insérer sur le tendon quadricipital. C'est le seul muscle du quadriceps qui croise l'articulation de la hanche ; par cette particularité, il donne à l'articulation de la hanche une certaine importance dans l'équilibre du système extenseur. Les deux principales fonctions musculaires du quadriceps sont : l'extension de jambe en chaîne cinétique ouverte (CCO) et la décélération de la jambe en chaîne cinétique fermée (CCF) [51].

Pendant l'extension de jambe en CCO, le moment de flexion du genou (M_{Flex}) augmente en même temps que l'extension de jambe ; ce qui implique que la force du quadriceps augmente avec l'extension du genou.

Pendant un exercice en CCF, le M_{Flex} augmente en parallèle avec la flexion de jambe, ce qui nécessite une augmentation de la force du quadriceps lors de la flexion de jambe [51].

d. Rôle de la rotation tibiale

Lors de l'extension du genou, il existe une rotation tibiale externe automatique. La rotation tibiale a un effet significatif sur la biomécanique de l'articulation fémoro-patellaire lors des mouvements de flexion et d'extension du genou selon Lee et al. Leurs résultats ont montré une corrélation inverse entre la flexion du genou et la pression intra-articulaire de l'articulation fémoro-patellaire et la tension des tissus de soutien liée à la rotation tibiale [54]. En effet, lorsque la flexion de genou est importante, la patella est bien engagée dans la gorge de la trochlée donc l'action du retinaculum sur la patella est minimisée et moins affectée par la rotation tibiale.

Lors de la rotation interne du tibia, la tension diminue dans le retinaculum latéral et inversement, lors de la rotation externe du tibia, la tension diminue dans le retinaculum médial. Ainsi la rotation tibiale diminue la tension du retinaculum contralatéral et augmente la tension dans le retinaculum ipsilatéral jusqu'à un certain degré de flexion du genou au-delà duquel la

patella est bien engagée dans la gorge de la trochlée fémorale, et moins soumise à cette rotation.

2.2 Rôle de la patella

La patella fait partie intégrante du système extenseur du genou et agit comme une poulie pour optimiser l'action mécanique du quadriceps en augmentant la distance entre le vecteur d'action du muscle et l'axe de rotation du centre articulaire du genou [55].

- Les fonctions majeures de la patella sont :
 - o De faciliter l'action mécanique du quadriceps en augmentant son bras de levier et en concentrant les vecteurs de force.
 - o De permettre de rendre la surface de contact articulaire lisse avec un faible coefficient de friction,
 - o De protéger l'articulation du genou de tout traumatisme antérieur,
 - o De prévenir le tendon quadricipital d'une usure supplémentaire.

II. Le syndrome fémo-patellaire (SFP)

1. Définition

1.1 Trois tableaux cliniques principaux

Le syndrome fémo-patellaire est décrit dans la littérature comme une douleur antérieure du genou provoquée par une friction anormale de la patella dans la gorge de la trochlée fémorale, qui résulte de modifications biochimiques et /ou physiques de l'articulation fémo-patellaire. Certains auteurs l'associent à un déséquilibre chronique des muscles des membres inférieurs [52]. Deux principales manifestations cliniques le caractérisent : l'instabilité et la douleur. La combinaison des deux est souvent présente mais, dans un certain nombre de cas, la gêne est provoquée par l'instabilité isolée ou par la douleur seule [56].

- Le SFP est une pathologie multiforme allant de simples douleurs isolées à une instabilité vraie avec luxation de la patella. On distingue trois tableaux cliniques :
 - L'instabilité vraie
 - L'instabilité douloureuse (avec une part plus ou moins importante d'une des deux composantes),
 - La douleur fémoro-patellaire isolée

L'instabilité se présente sous différentes formes . On différencie l'instabilité rotulienne objective (IRO) avec antécédents de luxation et anomalies radiologiques [57] ; l'instabilité rotulienne potentielle (IRP) avec anomalies radiologiques mais absence de véritable épisode de luxation [57] ; et enfin le syndrome rotulien douloureux avec une pseudo instabilité liée à la douleur, l'absence de véritable épisode de luxation et d'anomalie radiologique . Les patients ayant une véritable instabilité patellaire objective (IPO) sont ceux qui ont au moins présenté un véritable épisode de luxation patellaire avec nécessité d'une réduction par un tiers . Les patients qui présentent plusieurs épisodes de subluxation sans véritable luxation sont atteints d'instabilité patellaire potentielle (IPP). Les patients atteints d'instabilité patellaire objective ont des facteurs anatomiques prédisposant et sont souvent porteurs d'une dysplasie de la trochlée.

Il est important de ne pas confondre l'instabilité patellaire et les épisodes de « lâchage » du genou plutôt en rapport avec une insuffisance musculaire du quadriceps notamment , une hyperlaxité ou instabilité de son pivot central.

La douleur antérieure de genou est associée à un syndrome fémoro-patellaire quand elle apparaît lors d'une station assise prolongée genoux fléchis , à la montée ou à la descente d'escaliers ou lors d'accroupissements . La douleur est alors localisée dans les zones péri- et rétro-patellaires et peut être décrite de manière vague. Il est déterminant de définir si la douleur est constante, liée à l'activité ; ou aiguë et intermittente afin de s'orienter directement vers les diagnostics appropriés pour mettre en place les examens diagnostiques cliniques et para-cliniques les plus pertinents [58].

1.2 Diagnostics différentiels

Ils sont assez nombreux et ne doivent pas être ignorés :

- Subluxation tibio-fibulaire : douleur à la palpation de la tête de la fibula . Il peut y avoir un œdème des structures latérales ou médiales . Les signes d'appréhension peuvent être positifs, la douleur est présente à l'extension du genou avec augmentation de la laxité de l'articulation tibio-fibulaire [59].
- Maladie d'Osgood-Schlatter : inflammation de la tubérosité tibiale , rencontrée essentiellement chez les athlètes adolescents . Douleur croissante, localisée à la base de la patella ou sur la tubérosité tibiale, entraînant une limitation de l'extension du genou et une douleur à l'extension contrariée [59]. Une limitation douloureuse de la flexion peut également être retrouvée Une patella alta peut être associée à une maladie d'Osgood-Schlatter [60].
- Tendinopathie patellaire : inflammation à l'insertion du quadriceps sur la patella. Douleur localisée à type de brûlure , aggravée par l'activité et améliorée par le repos . La douleur est plutôt présente sur un genou en extension[59].
- Bursite des tendons de la patte d'oie : œdème de la partie médiale du genou, de l'espace articulaire inférieur, associés à une sensibilité localisée . Les rotations externe et interne sont limitées par la douleur . La flexion est limitée . Les contractions du semi-membraneux, sartorius et vaste médial aggravent la bursite [61].
- Syndrome des plicae : plis redondants de la synoviale au sein du genou . Se forment in-utero. Les signes cliniques sont une douleur à la palpation du bord médial de la patella et à la flexion du genou , associée à un crépitement médial Cette pathologie est visible à l'IRM mais le diagnostic définitif est souvent arthroscopique [62].
- Arthrite fémoro-patellaire : flexion limitée et douloureuse, crépitements, contracture des ischio-jambiers, perte de jeu articulaire avec déformations possibles . Limitations à la montée et descente des escaliers , aux accroupissements avec aggravation des

symptômes en fin de journée . Bilan biologique perturbé avec syndrome inflammatoire , vitesse de sédimentation élevée

- Pathologie tumorale : la tumeur osseuse doit être éliminée de principe devant une douleur unilatérale constante parfois insomniante avec horaires plutôt inflammatoires . Le diagnostic est orienté grâce aux signes radiologiques standards ou à l'IRM . Ces principaux diagnostics différentiels doivent être recherchés et éliminés notamment durant l'examen clinique détaillé ci-après

2. Physiopathologie

2.1 Augmentation des contraintes articulaires

Plusieurs auteurs ont démontré par leurs études qu'une augmentation du stress articulaire au niveau de l'AFP est une des causes principales d'apparition de SFP chez des patients prédisposés [63], [64]. L'élévation du stress articulaire peut être liée à l'augmentation de la force de compression (Fcp) dépendante de la force de réaction du sol (FRS) ou à la diminution de la zone de contact articulaire entre la patella et le fémur ; elle peut aussi être liée à la combinaison des deux [63]. Une force importante sur une grande surface de contact reste toutefois moins délétère qu'une force moins importante sur une surface de contact moindre [35]. Lors d'études cadavériques, un pic de contrainte ou stress articulaire important est retrouvé dans les premiers degrés de flexion puis décroît au-delà de 45° de flexion en CCF [65]. L'augmentation de la Fcp est corrélée à l'augmentation de la flexion de genou [66], elle s'accroît également avec l'augmentation du niveau d'activités fonctionnelles comme la course ou le saut par exemple [67]. Une diminution de la surface de contact entre la patella et le fémur peut être associée à des anomalies anatomiques ou des anomalies fonctionnelles , incluant des anomalies osseuses ou des tissus mous en relation directe avec l'articulation fémoro-patellaire ou avec tout le membre inférieur

a. Anomalies anatomiques osseuses, défaut d'alignement, dysplasie

On distingue les anomalies qui affectent directement l'articulation fémoro-patellaire, comme l'existence d'une dysplasie osseuse de la trochlée fémorale [68], [69] ou de la patella [70]. Il existe également des anomalies osseuses qui peuvent aussi affecter indirectement l'AFP et la surface de contact articulaire en provoquant un mauvais alignement des membres inférieurs avec, par exemple, une torsion fémorale excessive [71], une angulation exagérée du genou en varus ou valgus [72], une rotation tibiale anormale [71] ou un mauvais alignement du pied [73].

Les effets d'un mauvais alignement des membres inférieurs peuvent être résumés par le principe que le squelette dicte l'endroit où la charge croise l'articulation fémoro-patellaire. Chaque variation à partir d'un alignement squelettique optimal peut conduire à l'action de forces anormales sur l'AFP pouvant causer, soit une atteinte des tissus mous avec par conséquent une subluxation de patella, soit une atteinte cartilagineuse ; soit les deux [35].

- **Les principales anomalies osseuses pouvant entraîner un mauvais alignement sont**

- o **De la trochlée et de la patella**

La présence d'une dysplasie diminue la congruence des surfaces articulaires et peut réduire la surface de contact articulaire [68]. L'existence d'une dysplasie trochléenne est mise en évidence selon la classification de Dejour [57]. Elle apparaît sur une radiographie de genou de profil à 30° de flexion, où la forme de la trochlée est observée et permet de définir l'existence d'une dysplasie de trochlée en fonction de sa forme [74]. La dysplasie osseuse de la trochlée a été associée à l'apparition d'arthrose fémoro-patellaire et à l'instabilité patellaire objective. La dysplasie patellaire affecte également la congruence articulaire, par exemple, 42% des patients présentant une arthrose fémoro-patellaire isolée ont une patella de type II dans la classification de Wiberg [57].

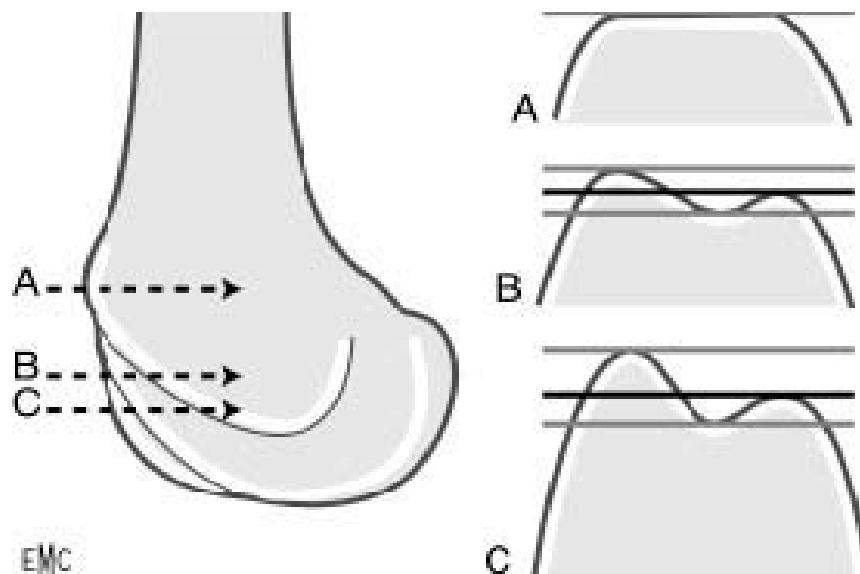


Figure 72 : Trochlée fémorale dysplasique

Actuellement, la mesure de la distance entre la tubérosité tibiale antérieure et la gorge de la trochlée (distance TA-GT) sur des reconstructions de coupes axiales de scanner de genou en extension permet de dépister les individus à risque d'instabilité patellaire objective. Il a été montré que cette distance TA-GT est supérieure à 20 mm chez 56% des patients ayant un antécédent de luxation de rotule. Une distance TA-GT inférieure à 12 mm est considérée comme normale et une distance TA-GT supérieure à 20 mm considérée comme pathologique [31], [57]. Pour l'heure, aucune étude n'a montré de corrélation entre une déformation angulaire et l'apparition d'arthrose fémoro-patellaire ou de douleur antérieure du genou. Il existe par contre plusieurs preuves de l'existence d'une corrélation entre l'arthrose fémoro-patellaire et l'alignement rotationnel [75].

o Antéversion fémorale

L'antéversion fémorale normale est d'environ 15° (figure 73). Plusieurs études ont montré des variations liées au sexe avec un peu moins d'antéversion chez les femmes. Ainsi, il existe des variations considérables entre 8 et 30° d'antéversion.

Une antéversion anormale a été associée avec des douleurs antérieures de genou [75]. Il a été suggéré que dans le cas d'une antéversion fémorale exagérée, les tissus mous de la hanche tendent à positionner la tête et le col fémoral dans un alignement relativement normal par rapport à l'acetabulum en exerçant une rotation interne du fémur, créant une rotation interne de la partie distale du fémur par la même occasion. Distalement, cela entraîne une rotation interne du pied et cette déviation du pied vers l'intérieur perturbe l'angle physiologique du pas à la marche. Le sujet va donc exercer une rotation externe du pied pour normaliser l'angle du pas, ce qui va entraîner une rotation tibiale externe augmentée par rapport au fémur.

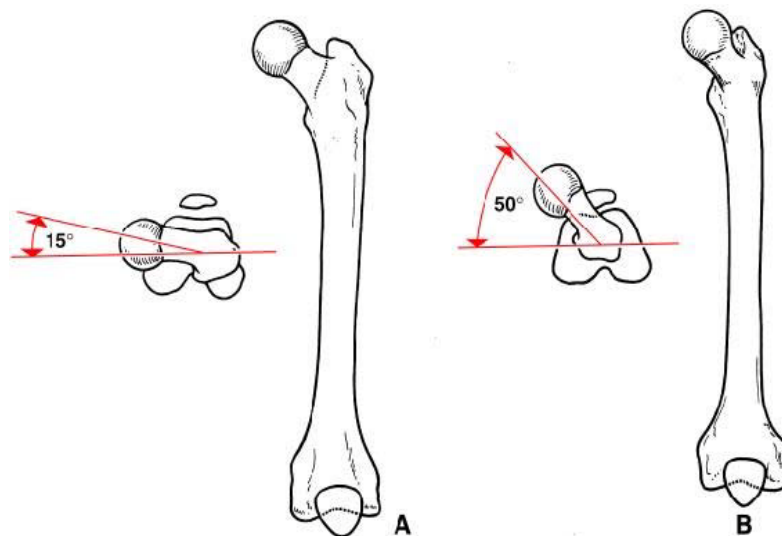


Figure 73 : Antéversion du col fémoral[76] A : valeur normale ; B : valeur augmentée

o Rotations fémorales

Des simulations de l'effet d'une rotation fémorale médiale ou latérale exagérée sur modèles cadavériques ont montré une augmentation de pression articulaire fémoro-patellaire du côté contralatéral à la rotation. De plus, une ostéotomie distale du fémur simulant une rotation médiale de 30° a entraîné une tension élevée du ligament fémoro-patellaire médial, notamment à 30° de flexion du genou [35].

o **Version / torsion tibiale :**

La version tibiale se développe dans l'enfance , mais aucune étude ne nous permet de conclure sur un lien avec le SFP . Il a été suggéré que la version tibiale est le reflet de la version fémorale. Quelques études ont trouvé une faible corrélation entre la torsion tibiale et l'apparition de douleurs antérieures de genou[35].

o **Position de la rotule : patella alta :**

La position de la patella reflète la longueur relative du tendon patellaire [35]. Une patella alta réduit la surface de contact initial entre la patella et la trochlée fémorale et a été associée à l'instabilité patellaire [57], [77]. La patella alta est également associée à une augmentation du déplacement latéral et de l'inclinaison latérale de la patella lors de la contraction du quadriceps [77]. Selon Holmes et Clancy , une patella alta oblige la rotule à s'engager dans la trochlée plus tardivement lors d'un mouvement du genou , ce qui augmente sa traction latérale par retard du guidage naturel de la gorge de la trochlée , ce qui peut donc provoquer une augmentation des contraintes mécaniques sur la partie latérale de la patella et conduire à l'apparition de douleurs [78]. Par ce mécanisme, la patella alta peut être considérée comme un des facteurs favorisant le SFP . Papageopoulos et Sim ont émis l'hypothèse que la patella alta est associée au SFP[79].

Il faut toutefois rappeler que toute douleur antérieure de genou n'est pas forcément associée à une anomalie d'alignement de la rotule ou à des variations anatomiques . Réciproquement, un mauvais alignement de la rotule ne doit pas être considéré obligatoirement comme déclencheur de douleur antérieure de genou . Plusieurs études n'ont pas réussi à démontrer de manière significative l'existence d'un mauvais alignement radiographique chez les patients présentant des douleurs antérieures de genou [80]. Il a été avancé que ces différences anatomiques préexistantes favorisent une décompensation pathologique après une blessure , après des sur-sollicitations répétées ou une décompensation neuromusculaire [80].

b. Anomalies fonctionnelles, déséquilibre musculaire

Un alignement anormal des membres inférieurs et une traction incorrecte de la patella peuvent également être causés par un déséquilibre musculaire [81]. Cette notion de déséquilibre fonctionnel d'origine musculaire est souvent citée dans la littérature et bénéficie de l'apport de l'isocinétisme pour tenter de l'étudier de manière plus approfondie et objective. Malheureusement, l'évaluation isocinétiq ue ne peut aujourd'hui être considérée comme un « gold standard » du diagnostic et de la gravité du SFP [82]. D'autre part, l'exploration isocinétiq ue n'a pas permis de retrouver de différence de récupération selon les techniques de rééducation [82].

- **L'examen clinique reste donc un outil important de l'évaluation des troubles fonctionnels d'origine musculaire. Les différents groupes musculaires participant à la dynamique fémoro-patellaire du genou peuvent être en cause**

- o **Rôle du quadriceps:**

La faiblesse musculaire du quadriceps est souvent reconnue comme principale source de déséquilibre musculaire. En effet, l'amyotrophie du quadriceps, notamment la faiblesse du vaste médial oblique (VMO) par rapport au vaste latéral (VL) peut conduire à un déplacement latéral anormal de la patella, qui peut provoquer une pression plus importante sur la partie latérale de l'AFP [83], [84] et donc, des douleurs. La direction physiologique latérale du vecteur de force du quadriceps explique pourquoi ce déséquilibre de force entre sa partie médiale et latérale entraîne une traction latérale encore plus importante de la patella. Au-delà de la présence d'une faiblesse musculaire, plusieurs auteurs ont montré qu'un simple déséquilibre dans le délai d'activation des muscles entre le VMO et le vaste latéral peut également mener à une mauvaise traction de la patella, une pression anormale sur l'AFP et des douleurs [64], [85].

Les anomalies de trophicité et en particulier un manque de rétractibilité du quadriceps vont également conduire à l'apparition de contraintes supplémentaires sur l'AFP. Par exemple,

un muscle droit fé moral ré tracté peut inhiber la course de la patella dans la trochlée lorsque le genou flé chi, surtout lorsque la hanche est en extension, comme l'a dé montré Mc Connell [86].

o **Rô le des ischio-jambiers :**

Le mé canisme d'action de la faiblesse musculaire des ischio -jambiers sur l'apparition d'un SFP n'est pas complè tement é lucidé mais plusieurs études ont mis en évidence la responsabilité du déséquilibre musculaire agonistes /antagonistes entre le quadriceps et les ischio-jambiers [64]. De plus, selon l'é tude de Besier, pendant la marche , le groupe de patients porteurs d'un SFP pré sentent des co -contractions entre le quadriceps et les ischio- jambiers et une force musculaire normalisée plus importantes que la population saine [64].

o **Rô le des muscles stabilisateurs de la hanche**

Le muscle psoas-illiaque est un flé chisseur de hanche mais aussi secondairement un rotateur externe du fé mur. Sa faiblesse musculaire peut dé stabiliser le bassin et obliger le sujet à compenser cette faiblesse musculaire par une bascule anté rieure du bassin ass ocié e à une rotation interne du fé mur [87]. Cette compensation va conduire à l'augmentation du valgus du genou donc à l'augmentation des contraintes articulaires dans la partie latérale de l'AFP [88], [89].

Une é tuderé cente met en évidence une amyotrophie des muscles abducteurs et rotateurs externes de hanche , avec en premier lieu le moyen fessier chez les individus pré sentant un SFP [90]. Le moyen fessier , qui est un abducteur , mais aussi un rotateur externe de hanche est un stabilisateur important du bassin . Sa faiblesse musculaire peut favoriser une adduction et une rotation interne augmenté es du fémur qui contribuent à un valgus fonctionnel exagé ré du genou [89].

Powers et al ont dé montré qu'une rotation interne et une adduction de hanche augmenté e durant la marche sont un facteur de r isque de dé veloppement d'un SFP [91] par le valgus fonctionnel excessif de genou engendré [89], [90]. La faiblesse musculaire du moyen fessier va é galement entraîner par compensation une

ré traction de la bandelette ilio -tibiale qui , à cause de son lien anatomique étroit avec le retinaculum patellaire laté ral et avec la patella , va provoquer une traction laté rale exagé rée de cette derniè re et donc être un facteur supplémentaire de l'augmentation du stress articulaire de l'AFP [92].

o **Sché ma de marche:**

La surface de contact articulaire peut être alté rée par des troubles fonctionnels dus à des sché mas de marche anormaux [93], [94]. Dillon et al ont rapporté que les patients atteints de SFP pré sentent une diminution de la flexion de genou durant la phase d'appui par rapport à des sujets sains [95]. Nadeau et al quant à eux, ont retrouvé une flexion de genou lors de la mise en charge diminuée chez les patients atteints de SFP [94]. Powers n'a pas directement mis en évidence de diminution de flexion de genou significative , mais, dans son étude évaluant de manière objective l'intérêt d'une orthèse maintenant la patella chez des sujets atteints de SFP à la marche, il a noté une réduction des douleurs associée à une augmentation de la flexion de genou des sujets [96]. Une flexion de genou diminuée en réponse à la charge a été associée à une augmentation de la FRS [97]. De plus , il a été montré qu'une réduction de la flexion du genou entraène également une diminution de la surface de contact articulaire [66], [98], [99]. Un schéma de marche perturbé avec diminution de flexion du genou à la phase d'appui contribue donc à l'élévation du stress articulaire de l'AFP [63]. En outre, Brechter et al a montré qu'une longueur anormale du tendon patellaire peut aussi influencer la surface de contact articulaire patellaire [63]. Une longueur augmentée du tendon patellaire est retrouvée dans la patella alta . Ainsi, les anomalies fonctionnelles comme une traction anormale de la patella ou un mauvais alignement des membres inférieurs peuvent aussi réduire la surface de contact articulaire et sont cités parmi les principales causes de l'augmentation des contraintes articulaires et de la dé compensation du SFP[100]-[102].

Enfin, une marche avec une pronation excessive du pied induit une rotation tibiale interne augmentée qui peut favoriser un valgus fonctionnel de genou selon certains auteurs [31].

Cependant, il existe peu de preuves que les patients atteints de SFP présentent une pronation de pied accrue et peu de corrélations entre cette pronation excessive et une modification de la cinématique du genou [103].

Il a également été suggéré qu'une inclinaison antérieure du bassin à la marche peut augmenter le valgus dynamique de genou en provoquant une rotation interne relative du fémur.

– Influence du sexe : certains auteurs ont avancé l'hypothèse que l'augmentation de l'incidence de SFP chez les femmes par rapport aux hommes est due à une compensation musculaire trop importante de certains sujets féminins face à un désavantage biomécanique [64]. En effet, il a été montré que les femmes ont une longueur médio-latérale du genou diminuée par rapport aux hommes [104], et une contraction musculaire prévenant la torsion du genou diminuée par rapport aux hommes [105] ; pour compenser ce désavantage, il semble qu'elles sollicitent davantage leur ischio-jambiers médiaux et latéraux, ce qui crée des contraintes supérieures sur la partie médiale ou latérale de l'AFP [64].

2.2 Origine des douleurs

a. Lésions cartilagineuses

La douleur peut être causée par une augmentation des contraintes mécaniques de l'os sous-chondral liée au stress articulaire de l'AFP et par des lésions cartilagineuses de la patella ou de la trochlée fémorale [106], [107]. Le cartilage articulaire n'est pas innervé, mais l'os sous-chondral, richement innervé, peut générer des douleurs lorsqu'il est sur-sollicité suite à l'atteinte sévère et au manque important de cartilage. Plusieurs études ont montré que l'augmentation de pression dans l'articulation fémoro-patellaire est associée à l'apparition de douleurs dont l'origine est l'os sous-chondral suite à une atteinte cartilagineuse [108], [109]. Le stress articulaire élevé de l'AFP sur le cartilage articulaire peut se manifester de deux manières [110] :

- Premièrement, les dégâts structuraux peuvent survenir au niveau des fibres cartilagineuses quand le stress appliqué à un temps T sur le cartilage a une magnitude

plus importante que les capacités biomécaniques d'absorption du cartilage [100], [110], [111]. C'est la notion de pic de contraintes.

- Deuxièmement, les dégâts peuvent survenir en cas de magnitude du stress inférieur aux capacités d'absorption du cartilage, mais sur un temps continu ou de manière répétitive ce qui empêche la restructuration du cartilage et crée des dommages définitifs [111], [112]. C'est la notion de durée d'exposition à la contrainte.

b. Surcharge des tissus mous

Biedert et al ont découvert que les terminaisons nerveuses libres sont concentrées dans le tendon patellaire, le rétinaculum patellaire et, en particulier dans les tissus synoviaux et le corps graisseux infra-patellaire [113]. Dye a découvert de manière empirique après avoir subi une arthroscopie de ses propres genoux sans anesthésie intra-articulaire que les tissus synoviaux et le corps graisseux sont extrêmement sensibles alors que les surfaces articulaires, les ménisques et les ligaments sont moins sensibles donc moins innervés par des fibres nociceptives [114].

D'autres études ont attribué aux tissus mous l'origine de la douleur par la présence importante dans ces tissus de substance P et de « calcitonine-related peptide », qui sont les neurotransmetteurs des fibres nociceptives apportés par la vascularisation artérielle provenant des trois cercles décrits précédemment; notamment dans le rétinaculum, la synoviale et le corps graisseux infra patellaire.

Sanchis-alfonso et al ont trouvé une prolifération périvasculaire d'axones nociceptifs dans les tissus rétinaculaires de patients souffrant de douleur antérieure de genou au moment de la chirurgie de réalignement [45]. Cette prolifération neurogène pathologique serait induite par l'ischémie des tissus rétinaculaires sans doute causée par une tension augmentée limitant l'apport vasculaire artériel par l'une des trois boucles décrites dans la première partie. Cette prolifération d'axones nociceptifs serait en partie responsable de l'apparition des douleurs [45]. Ainsi, on a retrouvé plus de nocicepteurs dans le rétinaculum média, les bourses séreuses et dans le corps graisseux infra patellaire précédemment décrit chez les patients atteints de SFP

que chez les patients arthrosiques ou ayant pré senté une rupture du ligament croisé antérieur [45]. Ces études supportent donc le concept d'atteinte nerveuse chronique des tissus mous lors du SFP comme une des sources potentielles de douleur antérieure de genou.

3. Examen clinique

L'examen clinique d'un patient pré sentant un SFP va être orienté par les connaissances anatomiques et biomé caniques fonctionnelles sur le SFP rappelées dans les chapitres précédents. Il ne se cantonnera donc pas à l'examen simple de l'AFP , mais s'inté ressera à l'ensemble du membre infé rieur afin d'appréhender cette pathologie aux causes multiples de manière globale.

3.1 Terrain

a. Age

Bien que la douleur fémoro-patellaire puisse être observée dans tous les groupes d'âge, l'incidence est la plus élevée au cours des deuxième et troisième décennies ; l'âge moyen au diagnostic est de 32,7 ans dans notre série (Tableau III). Dans la littérature, on retrouve que les adolescents peuvent être sujets à des douleurs fémoro-patellaires pendant la poussée de croissance, lorsque la croissance squelettique se produit plus rapidement que le développement musculaire et la croissance des tendons, laissant une faiblesse relative dans le muscle vaste médial et une tension dans la bande ilio-tibiale et le tendon rotulien [132]. Dans cette tranche d'âge, la douleur antérieure du genou provient principalement des tissus mous.

Ces chiffres concordent avec la série de Labella et al avec une moyenne d'âge de 25,6 ans [133] ainsi que celle de Chung et al de 31,4 ans [14] et celle de Barbier Brionavec une moyenne de 32,5ans [10]. Cela rejoint également l'étude de Baz et al, avec 66% des malades appartenant à la tranche d'âge [20-40ans] avec un âge moyen de 28 ans [134]. Tout cela pouvant être expliqué du fait de l'activité physique exercé par cette tranche d'âge.

Tableau III : Tableau comparatif des âges moyens et des intervalles d'âge de notre série avec la littérature

	Chung et al	Barbier Brion et al	Ouali Idrissi et al
Moyenne d'âge	31,4 ans	32,5 ans	32,7 ans
Intervalle d'âge	13-56 ans	20-54 ans	17-70 ans

De plus la tranche d'âge 26-40 est la plus représentée dans notre étude (Tableau III). Cela rejoint la littérature qui évoque la prédominance de ce syndrome chez l'adulte jeune [3].

b. Sexe

Les douleurs fémoro-patellaires sont nettement plus fréquentes chez les femmes. Classiquement, cela a été attribué aux différences entre les sexes dans l'alignement des membres inférieurs et la biomécanique notamment l'angle quadriceps, ou « Q », qui correspond à l'angle auquel le muscle quadriceps rencontre la rotule comparativement à la ligne formée par le ligament reliant la rotule au tibia. Les femmes ont des angles Q plus grands que les mâles [135], [136] ; cependant, l'angle Q peut ne pas être aussi important qu'on le croyait autrefois.

Certains pensent que les facteurs sociétaux jouent un rôle. Le port de talons hauts peut provoquer une oppression des gastrocnémiens, qui a été corrélée à des douleurs fémoro-patellaires [2]. Bien qu'il ait été démontré que l'œstrogène affecte la synthèse du collagène, aucune étude n'a établi de lien avec la douleur antérieure du genou.

Des études cadavériques comparant les genoux masculins et féminins ont montré des différences d'orientation entre les vastes médiaux et le vaste latéral [33], [137], et un changement plus important de la contrainte de contact fémoro-patellaire en réponse à des charges variables du vaste médial [138]. Le rapport entre la force du quadriceps et le poids corporel total est significativement plus faible chez les femmes que chez les hommes [139]. Les femmes peuvent avoir des quadriceps et des muscles de la hanche relativement plus faibles, ce

qui peut finalement être la principale raison pour laquelle la douleur fémoro-patellaire est plus fréquente chez les femmes.

Tableau IV : Tableau comparatif du pourcentage de femmes de notre série avec la littérature

	Chung et al	Barbier Brion et al	Ouali Idrissi et al
Pourcentage de femme	60%	67%	51%

Notre étude est alors en adéquation avec la littérature car nous avons obtenu une prédominance féminine (Tableau IV) bien qu'elle soit moins marquée que dans d'autres séries. Les séries de Baz et al et Labella et al notent un nombre de femmes plus important [120], [134]. De même pour les séries de Barbier Brion et al et celle de Chung et al avec respectivement 67% et 60% de femmes [10], [14].

3.2 L'interrogatoire

Il permet de cibler la principale gène du patient (la douleur ou l'instabilité) et permet de la caractériser.

Le symptôme principalement décrit reste la douleur, il est intéressant de remplir l'Anterior Knee Pain Scale avec le patient afin de caractériser les circonstances d'apparition de la douleur, son intensité, et la gène fonctionnelle provoquée par le SFP dans différentes situations de la vie quotidienne [115], [116].

3.3 Examen clinique

Il est toujours comparatif bilatéral et ne se limite pas à l'articulation fémoro-patellaire mais concerne tout le membre inférieur.

- **Examen de la marche**

L'examen clinique doit débiter par un examen de la marche à l'œil nu du sujet déshabillé afin de faire une évaluation rapide du schéma de marche qui sera détaillé grâce à l'étude en laboratoire du mouvement.

Une boiterie peut être retrouvée avec une asymétrie du pas et un trouble de la rotation des membres inférieurs facilement mis en évidence. Par exemple, l'affaissement dynamique de l'arche du pied à la marche pouvant provoquer un problème d'alignement dynamique [117] non présent en statique ne pourra être mis en évidence que par un examen dynamique de la marche.

Il ne permet pas de conclure, mais permet d'orienter l'examen clinique.

- **Examen des morphotypes [31]**

- o Dans le plan frontal : il est analysé en position debout talons joints avec les pieds reproduisant l'angle du pas habituel du sujet et consiste à la recherche d'un varus ou d'un valgus chiffrés en centimètres d'écart intercondylien, genou en extension à 0° [31].

L'étude du morphotype frontal peut également s'effectuer en décubitus dorsal, pieds parallèles à plat face à l'examineur à la recherche d'un strabisme de la patella.

- o Le « strabisme convergent » signe des torsions importantes avec une antéversion du col fémoral et/ou une rotation tibiale interne augmentée
- o Le « strabisme divergent » est retrouvé pour une patella basculée en extension à cause des forces de traction externes.
- o Dans le plan sagittal : on recherche un morphotype en flexum ou recurvatum dans la position debout, talons joints, genoux en arrière de la ligne reliant grand trochanter, condyle externe et malléole externe. Un recurvatum inférieur ou égal à 15° peut être considéré comme physiologique. Au-delà, il est pathologique.

- o Dans le plan horizontal , on apprécie la rotation tibiale externe en mesurant l'angle entre la ligne bi-condylienne antérieure du genou et l'axe bi-malléolaire sur un sujet debout de face.

- **Trophicité musculaire**

L'état de trophicité musculaire est important à rechercher : une méthode objective consiste à mesurer la périmétrie de la cuisse à 5, 10 et 15 cm du bord supérieur de la rotule de manière comparative. La mesure à 5 cm du bord supérieur de la rotule étant plus spécifique du vaste médial

- o Une amyotrophie peut être retrouvée du côté symptomatique par rapport au côté opposé ou de manière générale en cas d'atteinte bilatérale. Cette mesure a surtout un intérêt dans le suivi objectif de l'évolution de la trophicité musculaire pendant le traitement rééducatif
- o Une musculature hypotonique , caractéristique des sujets laxes , avec muscles peu développés en particulier au niveau du vaste interne est parfois mise en évidence et s'accompagne souvent d'un recurvatum.
- o Une musculature hypertonique , bien développée peut être associée à un état de rétraction musculaire

- **Ré tractions:**

La raideur des muscles des chaînes postérieures et notamment des ischio-jambiers est objectivée par la mesure de l'angle fémoro-poplité qui doit être à 0° chez un sujet qui ne présente pas de rétraction musculaire. Cet angle se mesure sur un patient en décubitus dorsal, la hanche en flexion. L'examineur amène passivement la jambe en extension sur la cuisse , le pied en flexion dorsale . L'angle fémoro-poplité est l'angle mesuré entre la cuisse et la jambe ; plus il est important , plus les ischio-jambiers sont rétractés. Cela signe un défaut d'étirement

chez le sportif. On retrouve des ischio-jambiers rétractés chez des cyclistes ou footballeurs qui sollicitent surtout leurs ischio-jambiers de manière concentrique.

La rétraction du quadriceps et en particulier du droit antérieur qui est un muscle bi-articulaire s'objective par la mesure de la distance passive talon -fesse en dé cubitus dorsal puis en dé cubitus ventral. La mesure en dé cubitus ventral permet de mettre en évidence spécifiquement une rétraction du droit antérieur car son origine iliaque est alors fixe dans cette position.

La rétraction des muscles et structures entourant l'articulation comme les gastrocnémiens et le soléaire ou la bandelette ilio-tibiale est importante à rechercher. En effet, la rétraction des gastrocnémiens et du soléaire réduisent la dorsiflexion de la cheville, ce qui conduit à une pronation excessive de l'articulation sous-talienne et une rotation interne augmentée du tibia [88]. Certaines études retrouvaient un valgus de genou et un stress articulaire augmenté associé à une rétraction des gastrocnémiens et du soléaire [2], [88]. La rétraction de la bande ilio-tibiale qui se palpe directement depuis le tubercule de Gerdy à la face antéro-latérale du genou, va, é tant donné ses liens anatomiques avec le retinaculum latéral et la patella, augmenter la traction latérale de la patella et augmenter le stress articulaire [92]. Sa recherche est donc simple cliniquement et importante.

- **Force musculaire :**

Le test de la force musculaire des muscles stabilisateurs de genou mais aussi de hanche est primordial avec cotation selon l'échelle de Daniels, à la recherche d'une faiblesse musculaire d'un groupe musculaire en particulier, pouvant être responsable d'un déséquilibre musculaire et donc de troubles fonctionnels au niveau du genou [91].

Ainsi, on teste les muscles stabilisateurs du genou comme le quadriceps et les ischio-jambiers mais il ne faut pas négliger les stabilisateurs de hanche avec notamment le moyen fessier et le psoas, vu leur importance biomécanique dans l'équilibre musculaire des membres inférieurs [44], [91].

o **Evaluation de la trophicité du genou**

Une hydarthrose est mise en évidence par la recherche d'un choc rotulien ou du comblement des culs-de-sac sous quadricipitaux.

Elle signe la présence de lésions cartilagineuses.

o **Recherche de douleurs péripatellaires [100]**

On effectue la palpation des facettes articulaires de la patella à la recherche de ces douleurs.

La paume de la main subluxe en dedans la patella tandis que les doigts de l'examineur introduits en crochet sous la patella, palpent la facette rotulienne interne à sa partie inférieure.

La palpation du versant externe s'effectue en subluxant la patella en dehors et en palpant la partie inférieure du versant externe.

Cette manœuvre n'est positive que si elle déclenche les douleurs habituellement ressenties par le patient [92].

o **Palpation des retinaculum patellaires [100]**

Le genou en extension, les retinaculum médial et latéral sont palpés de manière douce pour voir si une douleur est mise en évidence.

La palpation du retinaculum patellaire latéral retrouve une douleur chez 90% des patients atteints de SFP selon l'étude de Fulkerson [100].

La patella doit être déplacée médialement et latéralement pour comprimer toutes les portions du retinaculum péripatellaire afin de rechercher à reproduire la douleur [100].

o **Le signe de Zohlen**

Le sujet est en décubitus dorsal, genou en extension. L'examineur abaisse et maintient la patella tout en demandant au sujet de contracter le quadriceps.

Comme la palpation des facettes articulaires de la patella, ce signe n'est positif que s'il déclenche la douleur ressentie habituellement par le patient en position debout prolongée.

o **Le signe de Smillie**

C'est un signe pathognomonique de l'instabilité rotulienne objective (IRO) lorsqu'il est positif [100].

L'examineur sublux la patella en dehors tout en fléchissant le genou du sujet. Le signe est positif lorsqu'il déclenche une nette appréhension du patient qui ressent l'impression d'une luxation imminente. On ne recherche pas de douleur par ce test mais bien une sensation d'instabilité.

o **Recherche d'une douleur à l'extension contrariée entre 20 et 45° de flexion [117]**

La mise en évidence d'une douleur à l'extension contrariée entre 20 et 45° de flexion, zone critique de contact patello-fémoral, alors qu'elle n'est pas présente sur le genou du patient à 90° de flexion indique fortement une origine fémoro-patellaire de la douleur [92], [100].

o **Mesure de l'inclinaison patellaire [118]**

Elle s'effectue genou en extension, un excès d'inclinaison latérale de la patella peut conduire à l'augmentation de stress articulaire entre la facette latérale de la patella et la gorge latérale de la trochlée [92]. La rétraction excessive des structures latérales empêche le bon déroulement de l'entrée de la patella dans la gorge de la trochlée lorsque l'inclinaison latérale de la patella dépasse 20° dans le plan frontal [84]. Ce test possède de 92% de spécificité pour le SFP selon Haim et al [119].

o **Le signe du rabot [44], [119]**

Ce signe est peu spécifique et ne suffit pas à lui seul à affirmer un syndrome fémoro-patellaire.

Il est recherché sur un genou en extension ; l'examineur appuie la patella sur la surface trochléenne du fémur en lui imprimant des mouvements de va et vient dans le sens longitudinal et transversal.

Il est positif lorsqu'il s'accompagne de craquements qui traduisent l'altération des surfaces cartilagineuses rotulienne et /ou trochléenne. Ces craquements peuvent s'accompagner d'une douleur similaire à la douleur habituelle du patient.

- o **Remarque sur la mesure de l'angle Q**

Longtemps mesuré à la recherche d'un mauvais alignement des membres inférieurs et corrélé à l'apparition d'un SFP, l'angle Q, qui consiste à mesurer l'obliquité entre le tendon patellaire et le tendon quadricipital est très discuté aujourd'hui en tant que test spécifique du SFP et ne doit plus être utilisé dans les batteries de tests clinique du SFP [100].

- o **Examen programmé du genou**

L'examen clinique comprend en outre l'examen programmé du genou systématique avec le testing du pivot central, des ligaments latéraux, des ménisques et des éléments cartilagineux. Il s'agit d'un examen clinique global précédant une prise en charge globale.

III. Imagerie :

1. Radiographie standard :

Les radiographies ajoutent peu à l'évaluation d'un patient qui a un syndrome fémoro-patellaire. Une anamnèse ciblée et un examen physique sont suffisants pour diagnostiquer avec précision et traiter efficacement l'écrasante majorité des patients souffrant de douleurs fémoro-patellaires. Dans la plupart des cas, les radiographies sont inutiles lors de l'évaluation initiale, mais peuvent être utiles si la symptomatologie du patient ne s'améliore pas après 6 semaines de traitement [120].

La principale utilité des études d'imagerie est d'exclure d'autres sources de douleur au genou, telles que tumeur, arthrose, fracture ou corps lâche, en plus du fait que c'est un examen accessible facilement utilisé [120].

Les vues radiographiques standard doivent inclure une vue antéro-postérieure (AP) en charge, une vue postéro-antérieure (PA) en charge à 45° de flexion du genou, une vue latérale à 30° de flexion du genou et une vue axiale avec le genou à 30°, 45° ou 60° de flexion [120].

La radiographie standard du genou de face peut s'effectuer en extension, permettant ainsi l'analyse de la partie antérieure de l'interligne fémoro-tibiale ou en flexion, incidence du « Schuss », permettant l'exploration des parties postérieures et médianes des condyles, de la partie postérieure de l'interligne fémoro-tibiale et de l'échancrure inter-condylienne. On obtient alors 2 parties distinctes : l'extrémité inférieure du fémur avec le bord latéral des condyles ainsi que la projection patellaire et l'extrémité supérieure du tibia avec les plateaux tibiaux plus ou moins bien marqués ainsi que la tubérosité tibiale antérieure (TTA) en aspect de surdensité.

Pour la radiographie du genou de profil, elle trouve tout son intérêt dans l'analyse de l'engagement patellaire : on visualise en avant l'interligne trochléo-patellaire, dans la partie moyenne les condyles qui se superposent avec l'épine tibiale, en arrière l'interligne fibulo-tibiale, enfin sur le tibia on visualise en avant l'insertion du tendon rotulien sur la TTA. Sur cette incidence, il est intéressant de calculer l'index de Caton ainsi que le ratio d'Insall modifié, l'index rotulien et la profondeur de la trochlée.

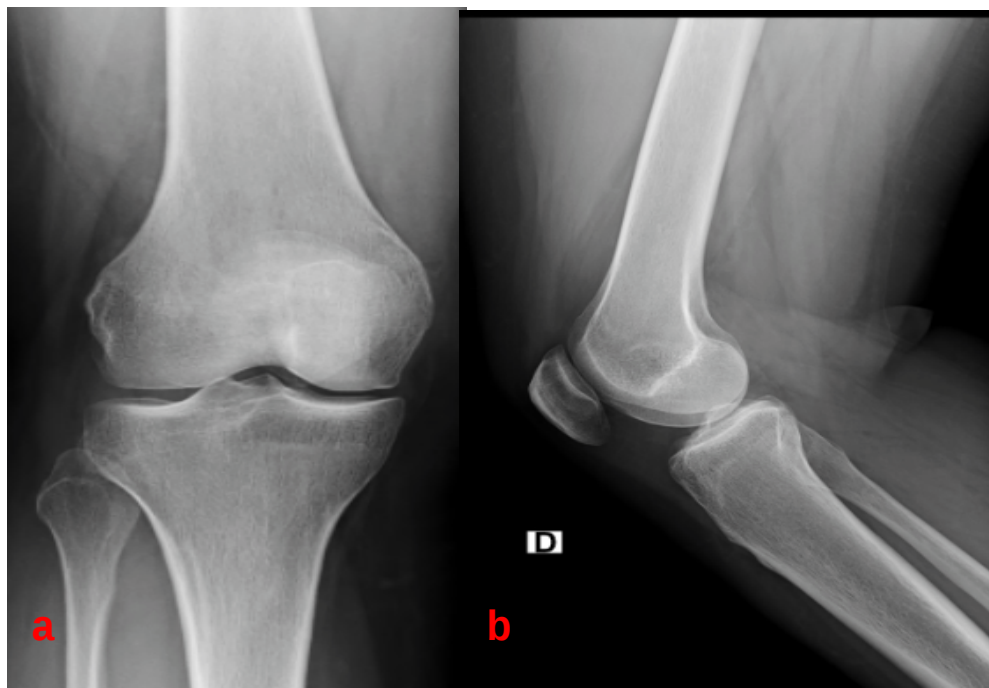


Figure 74 : Radiographie standard de l'articulation du genou

a : Radiographie de face ; b : radiographie de profil

On note également l'incidence axiale fémoro-patellaire, avec différents degrés de flexion, permettant la visualisation de nombreux paramètres : l'interligne fémoro-patellaire, l'angle trochléen, la luxation ou non de la rotule et la distance TA-GT mais avec un certain degré d'erreur.

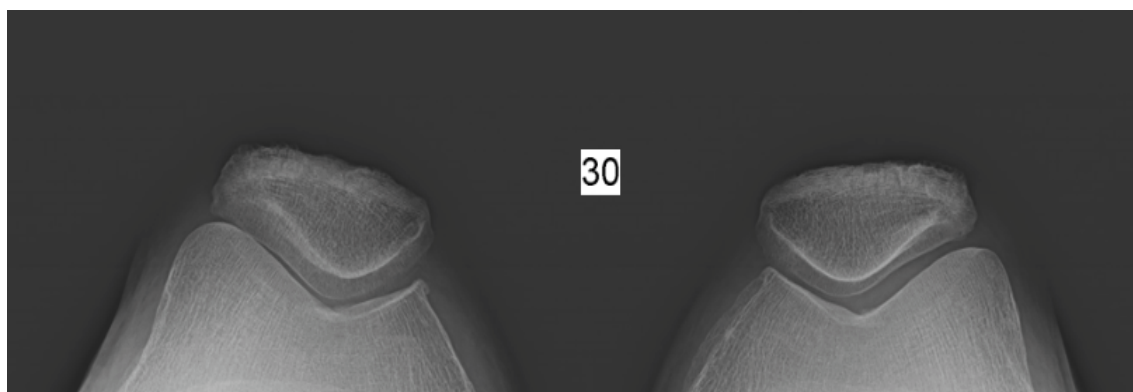


Figure 75 : Radiographie standard en incidences axiales fémoro-patellaires de l'articulation du genou, jambe fléchie sur cuisse à 30°

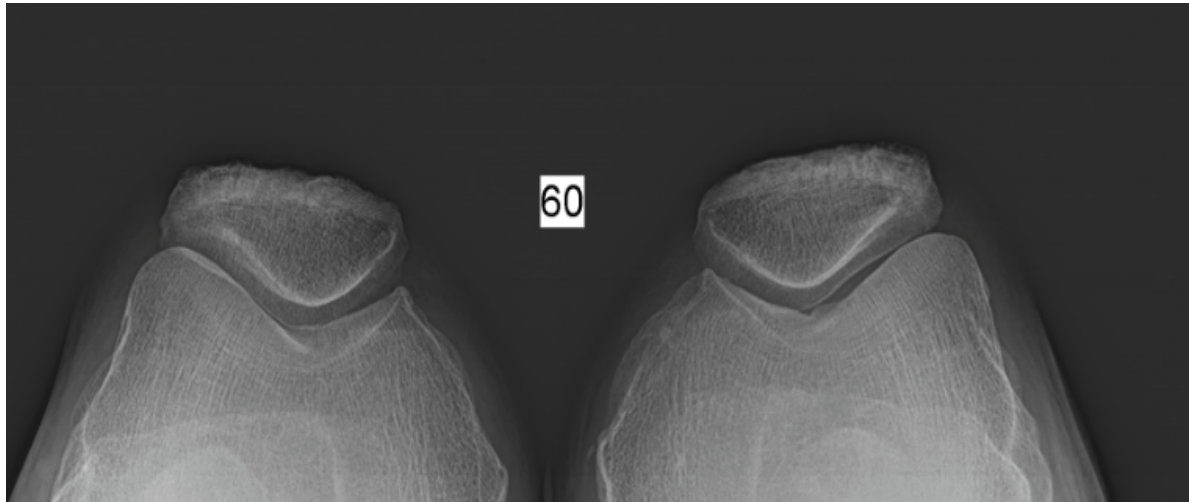


Figure 76 : Radiographie standard en incidences axiales fémoro-patellaires de l'articulation du genou, jambe fléchie sur cuisse à 60°

Les films en charge permettent une meilleure évaluation des modifications dégénératives de l'articulation fémoro-tibiale. La vue latérale permet d'identifier la patella alta ou la patella baja. Les radiographies axiales fournissent le plus d'informations sur l'articulation fémoro-patellaire et sont utiles pour détecter les dysplasies patellaires et trochléaires. L'angle du sulcus mesure la profondeur de la trochlée et s'est avéré être un indicateur fiable de la dysplasie de la trochlée [11]. Un angle sulcus supérieur à 142 indique une dystrophie globale de la trochlée, fréquemment associée à des symptômes fémoro-patellaires [121]. Les radiographies axiales sont également utiles pour identifier les changements typiquement observés avec le syndrome de compression rotulienne latérale, une affection radiographique clinique qui a été associée à une douleur fémoro-patellaire [120].

Le syndrome fémoro-patellaire survient lorsqu'un rétinaculum latéral très serré crée une contrainte excessive sur l'articulation fémoro-patellaire latérale. Les modifications radiographiques observées comprennent une latéralisation des travées rotuliennes, une sclérose sous-chondrale de la facette rotulienne latérale et des éperons de traction latéraux. Les signes cliniques incluent une inclinaison patellaire latérale et un rétinaculum latéral serré [120].

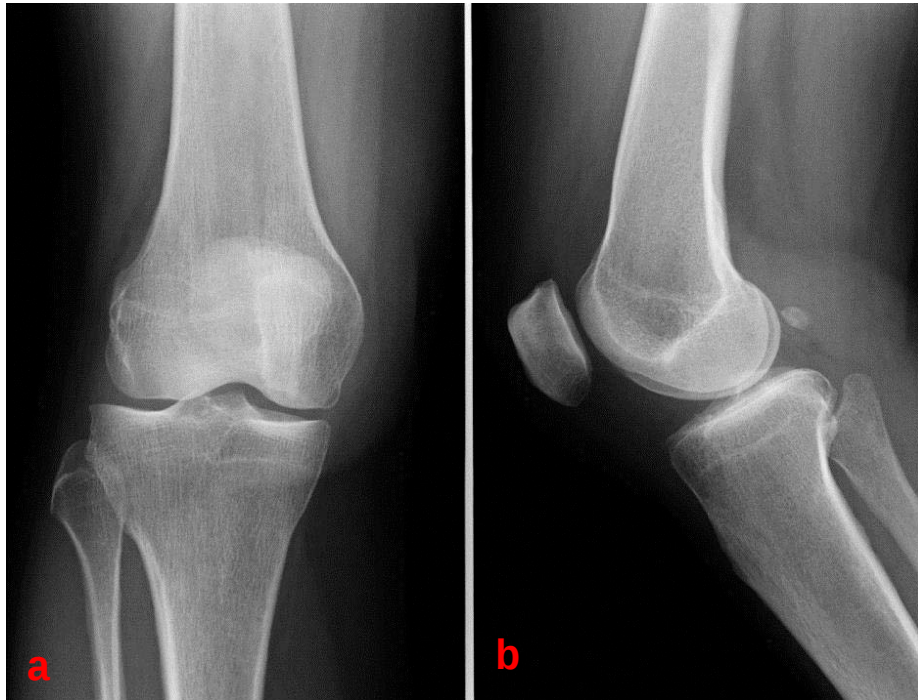


Figure 77 : Radiographie standard de l'articulation du genou

a : Radiographie de face ; b : radiographie de profil

La radiographie axiale est également souvent utilisée pour mesurer la position et l'inclinaison de la rotule. Deux des mesures les plus couramment utilisées sont l'angle fémoro-patellaire latéral, pour estimer l'inclinaison patellaire, et l'angle de congruence, pour estimer le déplacement patellaire latéral. Malheureusement, il existe une grande variabilité dans ces mesures et, plus important encore, elles se sont avérées mal corrélées à la douleur fémoro-patellaire. Une étude récente a montré que 18 % des genoux asymptomatiques avaient une position patellaire anormale sur les radiographies axiales [122]. Lorsque les radiographies axiales de sujets souffrant de douleurs fémoro-patellaires ont été comparées à des témoins asymptomatiques, il n'y avait pas de différences significatives dans l'inclinaison rotulienne ou le déplacement latéral de la rotule [80].

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) a démontré que l'épaisseur du cartilage articulaire de la rotule et de la trochlée varie de manière significative dans différentes parties de l'articulation fémoro-patellaire [123]. Ainsi, les radiographies n'imagent pas avec précision la

congruence réelle de la surface du cartilage articulaire, mais imagent plutôt la congruence de l'os sous-chondral.

Enfin et surtout, les radiographies restent insuffisantes dans l'analyse des parties molles et ne donnent qu'une vue statique de l'articulation fémoro-patellaire alors que le suivi patellaire est un processus dynamique. Pour toutes ces raisons, l'évaluation de la position et de l'inclinaison de la rotule sur une radiographie statique a une utilité limitée dans l'évaluation des patients souffrant de douleurs fémoro-patellaires [120].

2. Tomodensitométrie (TDM) :

Les radiographies axiales conventionnelles ne peuvent pas imager clairement l'articulation fémoro-patellaire à des angles de flexion inférieurs à 30°. La TDM peut fournir des images axiales claires dans ces premières phases de flexion ; cependant, les limites de la TDM sont similaires à celles décrites précédemment pour les radiographies conventionnelles [120].

La TDM trouve son indication dans l'analyse des calcifications et des ossifications, elle précise la corticale osseuse et permet la réalisation de certaines mesures. Elle est aussi très importante dans l'exploration patellaire.

Les résultats obtenus permettent une analyse précise de la trochlée, notamment sur la coupe de référence où l'on visualise le cartilage trochléen, permettant ainsi d'objectiver la morphologie : pouvant être normale, plate, convexe ou asymétrique. Elle permet également la mesure de l'inclinaison latérale de la trochlée, élément prédictif important du caractère dysplasique de la trochlée. Enfin elle permet d'estimer la hauteur patellaire en calculant l'index de Caton sans pour autant donner autant de précision que l'IRM [169].

On trouve aussi un grand intérêt dans la mesure de certaines distances ainsi que la goniométrie. La TDM permet un calcul de la distance TA-GT : pour cela on mesure la distance séparant deux coupes, l'une passant par la TTA et l'autre par la première coupe où l'on visualise le cartilage. La valeur seuil de cette distance à la TDM est de 20mm selon la littérature.

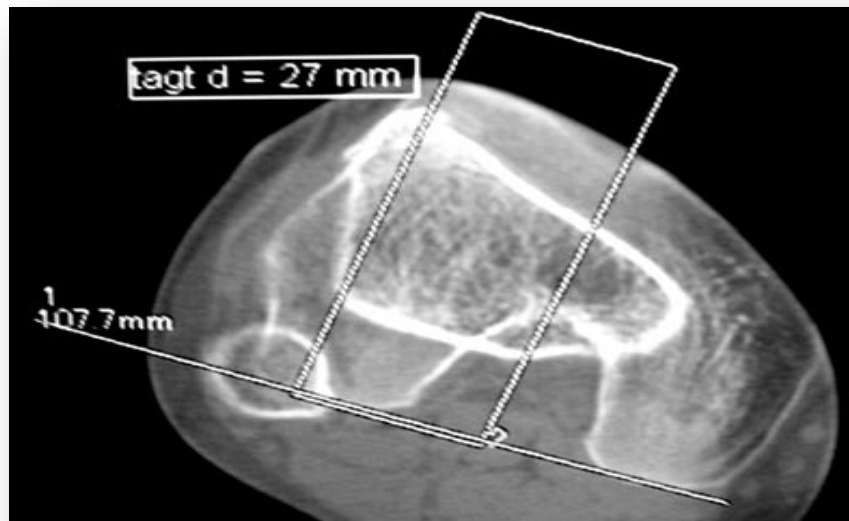


Figure 78 : Scanner du genou en coupe axiale avec calcul de la distance TA-GT [169]

Le caractère de luxation de la patella est aussi très facilement visible à la TDM, on calcule pour cela la bascule patellaire qui est mesurée par une superposition de deux coupes : l'une passant par le grand axe de la rotule et l'autre par la coupe de référence trochléenne. On obtient alors l'angle que forme le grand axe de la rotule avec le plan bi-condylien postérieur. Cette bascule devient alors significative pour une valeur seuil de 20°, et cette détermination du caractère luxé ou sub-luxé de la patella entre dans le cadre nosologique du syndrome fémoro-patellaire.



Figure 79 : Scanner du genou en coupe axiale avec calcul de la bascule rotulienne [169]

Cependant la TDM comporte de nombreuses limites, qui font qu'elle est largement supplantée par l'IRM, notamment son manque de précision dans les valeurs prédictives obtenues, ou encore dans l'exploration des parties molles ou les lésions kystiques, sans parler de ses limites dans la détermination du bilan lésionnel. Son caractère irradiant est aussi un problème pour certaines indications telles que chez la femme enceinte, sachant que cette pathologie est très fréquente chez le sexe féminin [169].

3. Imagerie par résonance magnétique (IRM) :

Comme les radiographies, l'IRM est très utile pour identifier d'autres conditions qui peuvent causer des douleurs au genou. Chez un patient atteint d'un syndrome douloureux fémoro-patellaire, l'IRM peut être utile pour identifier des défauts du cartilage ou des lésions musculaires suspectés. L'IRM est rarement nécessaire avant un essai de traitement [120].

Pour comprendre son apport, penchons-nous sur ses avantages : l'IRM permet une excellente étude anatomique des structures non visibles sur les clichés standards qu'elle complète de façon plus exhaustive que l'arthrographie et l'arthroscanner. C'est le gold standard en ce qui concerne l'exploration des tissus mous et des contenus liquidiens, sans oublier qu'elle permet un bilan lésionnel précis.

Technique :

Pour sa réalisation, sa technique se base sur l'utilisation d'un aimant supraconducteur à haut champ de 1,5 tesla ou 3 teslas. L'utilisation d'une antenne de surface (en l'occurrence une antenne « genou » de préférence cylindrique) est indispensable pour obtenir une bonne résolution en contraste ainsi qu'un bon rapport signal/bruit. Le patient se trouve en décubitus dorsal, le genou à explorer est au milieu de l'antenne (0 à la pointe de la rotule) : Le genou est placé en flexion à 15° permettant une bonne exploration de la partie antérieure des ménisques. Certains auteurs préconisent une rotation interne de 15° afin que le plan bi-condylien soit parallèle au plan de la table. D'autres préfèrent une rotation externe de 20°, le ligament croisé antérieur (LCA) est alors dans un plan perpendiculaire à celui de la table.

Intérêt

En pratique, on utilise des coupes de 3 à 4 mm pour diminuer les effets de volume partiel, on obtient alors :

- Des coupes sagittales : perpendiculaires au plan bi-condylien permettant une bonne étude des cornes antérieures et postérieures des ménisques, ainsi que des ligaments croisés, et la patte-d'oie en dedans.
- Des coupes coronales : permettant d'analyser la portion moyenne des ménisques, les ligaments croisés et les ligaments collatéraux.
- Des coupes axiales : permettant une bonne analyse des tissus péri articulaires (muscles, tendons, nerfs et vaisseaux), ainsi qu'une étude précise du cartilage fémoro-patellaire et du creux poplité.

Limites

Cependant, aussi révolutionnaire qu'est l'IRM, certaines limites persistent : sa contre-indication chez les patients porteurs de pacemakers, clips ferromagnétiques et de corps étrangers métalliques intraoculaires... Sans oublier que l'IRM reste difficile d'accès et qu'elle reste une technique d'exploration radiologique très onéreuse.

L'IRM fournit alors une évaluation supérieure des tissus mous, y compris des anomalies du cartilage, une enthésopathie rotulienne antérieure active, une tendinopathie/déchirures rotuliennes et quadriceps, l'œdème du coussinet adipeux supérolatéral et prépatellaire lié à la friction et la bursite prépatellaire ou infrapatellaire profonde [124], [125].

L'IRM est également sans rayonnement et permet l'évaluation du ménisque latéral et d'autres anomalies synoviales évaluant généralement la partie inférieure de la rainure trochléaire.

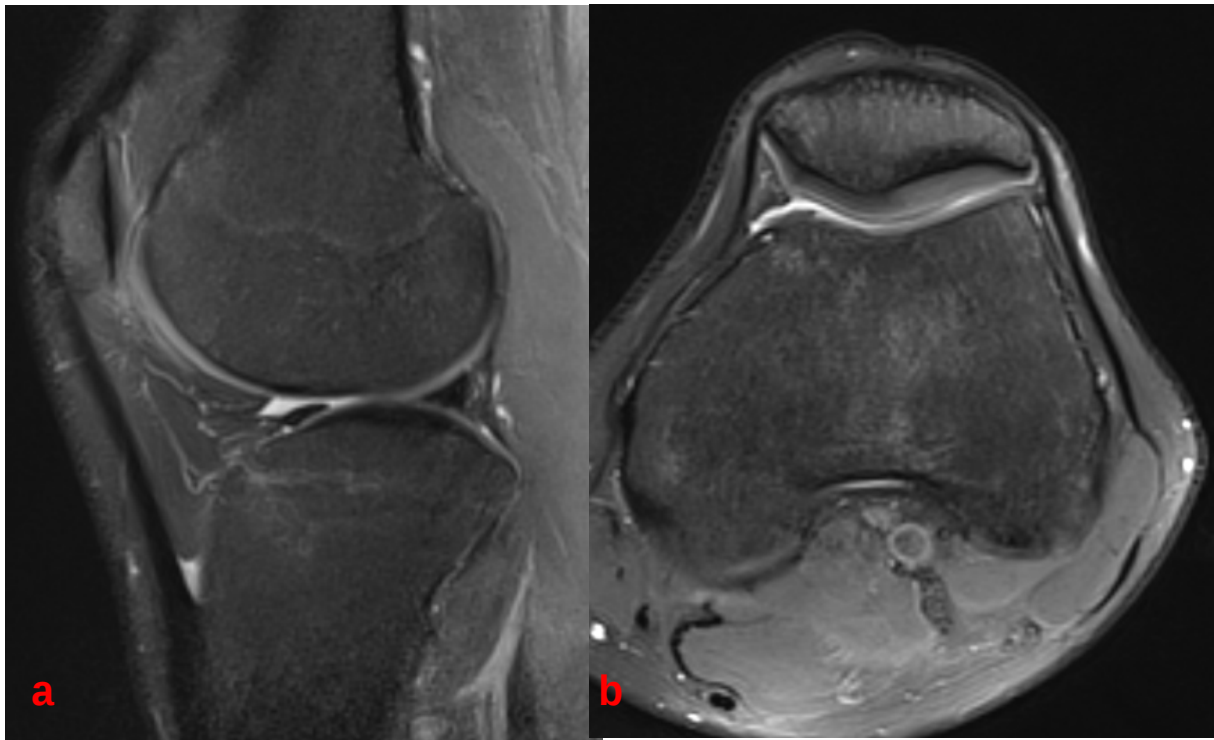


Figure 80 : IRM de l'articulation du genou

a : IRM en coupe sagittale (étude des cornes antérieures et postérieures des ménisques, ainsi que des ligaments croisés) ; b : IRM en coupe axiale (étude des tissus péri articulaires, ainsi qu'une étude précise du cartilage fémoro-patellaire)

Par conséquent, la morphologie de la trochlée est mieux évaluée sur l'imagerie en coupe. De plus, le marqueur de substitution de la latéralisation de la tubérosité tibiale est altéré par la position du patient, la rotation du membre et le degré de flexion du genou. Elle est mieux évaluée indirectement sur l'imagerie en coupe transversale en utilisant la distance tubérosité

tibiale antérieure-gorge trochléaire TA-GT [18], [126] qui peut être mesurée à l'IRM [127], [128]. La distance TA-TG normale est < 9 mm, et, lorsque > 20 mm est considérée comme indicative d'une latéralisation symptomatique de la rotation fémoro-tibiale.

En post-opératoire, l'IRM peut être utilisée pour évaluer l'état du tissu réparé et les complications. Les résultats se sont avérés avoir une corrélation plus élevée avec la récente méta-analyse de Drew et Conaghan et al [129].

L'IRM axiale cinématique et dynamique est actuellement le meilleur outil disponible pour analyser le suivi rotulien car elle prend en compte la contraction musculaire, le mouvement et la charge. L'IRM cinématique a démontré significativement plus d'inclinaison et de latéralisation patellaires pendant la contraction du quadriceps à 0° , 10° et 30° de flexion chez les sujets qui ont une douleur antérieure du genou par rapport aux témoins asymptomatiques [130], [131].

À l'avenir, l'imagerie cinématique pendant le mouvement dynamique de l'articulation fémoro-patellaire, idéalement pendant la marche ou la course, peut devenir un outil utile pour l'évaluation de la douleur fémoro-patellaire. Actuellement, l'IRM cinématique est encore en phase expérimentale [129].

Le syndrome fémoro-patellaire regroupe de nombreuses affections dont les cadres nosologiques sont encore incomplètement codifiés. Ainsi, dans la littérature, la sémantique est imprécise. Le démembrement doit être précis afin d'adapter le plus efficacement possible la prise en charge du patient. L'apparition des IRM et des hauts champs magnétiques est un apport fondamental en imagerie du genou. Elle fournit une richesse sémiologique indispensable à la compréhension de cette pathologie.

3.1. Syndrome de friction fémoro-patellaire

Le syndrome de friction fémoro-patellaire (SFFP) est de description récente dans la littérature et ouvre un cadre nosologique à la frontière du syndrome douloureux patellaire (SDP) et de l'instabilité patellaire potentielle (IPP).

Le SFFP est une des causes de douleur antérieure du genou. Ce syndrome clinique et sa sémiologie IRM, ont été décrits pour la première fois dans la littérature en 1999 par Brukner et al [118], sous l'appellation *infrapatellar fat pad impingement* soit « conflit graisseux infrapatellaire », dans une étude concernant huit patients, puis par Chung et al dans une étude concernant de 42 patients [14], où le terme de friction fémoro-patellaire est introduit.

Ce syndrome reste actuellement peu décrit dans les revues de la littérature [9], [118], : il est probablement largement sous -diagnostiqué et sous -estimé car méconnu . Les signes cliniques de ce syndrome sont ceux du SDP . Ils se distinguent par des douleurs antérieures exacerbées par l'hyper-extension et une sensibilité au pôle inférieur de la patella.

Les patients peuvent décrire une sensibilité également au niveau de la graisse infrapatellaire de chaque côté du tendon patellaire, mais pas au niveau du tendon lui-même. La pathologie est centrée sur l'atteinte focale du paquet adipeux du compartiment antérieur du genou au niveau du repli alaire externe. C'est l'IRM qui confirme le diagnostic clinique, avec principalement une anomalie de signal focale de ce repli.

Le syndrome de friction fémoro-patellaire résulte d'un frottement répétitif entre le tendon patellaire proximal et le condyle fémoral latéral lors de mouvement de flexion extension du genou. C'est un conflit vis-à-vis de la partie antéro-supéro-latérale de la graisse de Hoffa qui est prise en sandwich entre le tendon patellaire et le condyle fémoral latéral lors des mouvements de flexion-extension du genou [6].

Cliniquement, il se traduit par une douleur antérieure ou latérale du genou, exacerbée en extension. Il peut s'agir de douleurs aiguës et occasionnelles, de douleurs récurrentes ou de douleurs chroniques. Lors de ses premières manifestations, la douleur apparaît après plutôt que durant l'activité, mais si le problème n'est pas traité, les symptômes s'intensifient et sont présents aussi pendant l'activité [6], [7].

L'examen clinique cherche à reproduire la douleur en exerçant une pression au pôle inféro-latéral de la patella. Toutefois, la douleur n'est pas toujours reproduite à la palpation. Il

est donc essentiel de confronter le diagnostic radiologique à la clinique. Une position haute de la patella et une subluxation latérale de la patella semblent être des facteurs favorisant la survenue du syndrome et devront être systématiquement recherchées [6], [7].

En IRM, on objective une infiltration œdémateuse de la graisse infrapatellaire à la partie inférieure et latérale de l'articulation fémoro-patellaire en hyposignal T1 et hypersignal T2 [17]. En cas d'injection de gadolinium, il existe un rehaussement focal de la graisse infrapatellaire à ce niveau [7]. Parfois, des remaniements kystiques peuvent se voir, des tendinopathies proximales, voire des signes de rupture partielle du tendon patellaire et enfin des anomalies de signal du cartilage de la facette latérale de la patella associées ou non à des anomalies de la lame osseuse en regard [7], [14]. On recherche systématiquement une patella alta sur les coupes sagittales et une subluxation latérale de la patella sur les coupes axiales.

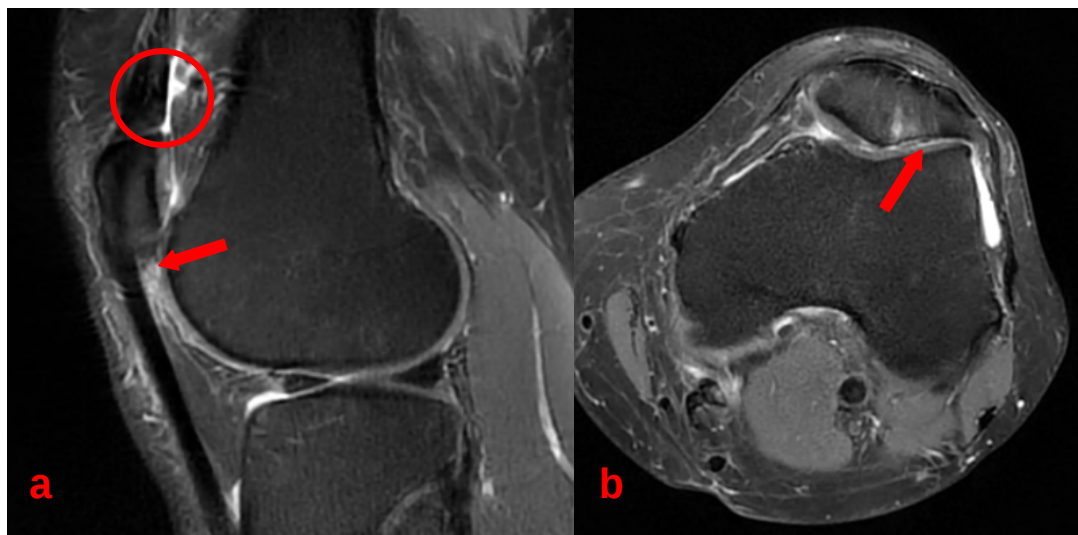


Figure 81 : IRM de l'articulation du genou

a : IRM en coupe sagittale objectivant une bursite (cercle rouge) et hypersignal de la graisse de Hoffa supéro-latérale (flèche rouge) entrant dans le cadre d'un syndrome de friction fémoro-patellaire; b : IRM en coupe axiale objectivant une arthrose fémoro-patellaire latérale : avec pincement de l'interligne, érosions et œdème sous chondral (flèche rouge)



Figure 82 : IRM de l'articulation du genou

a : IRM en coupe sagittale avec mesure de la hauteur patellaire (index de Caton = 1,2 : limite haute) ; b : IRM en coupe axiale objectivant une arthrose fémoro-patellaire latérale avec pincement de l'interligne (flèche rouge)

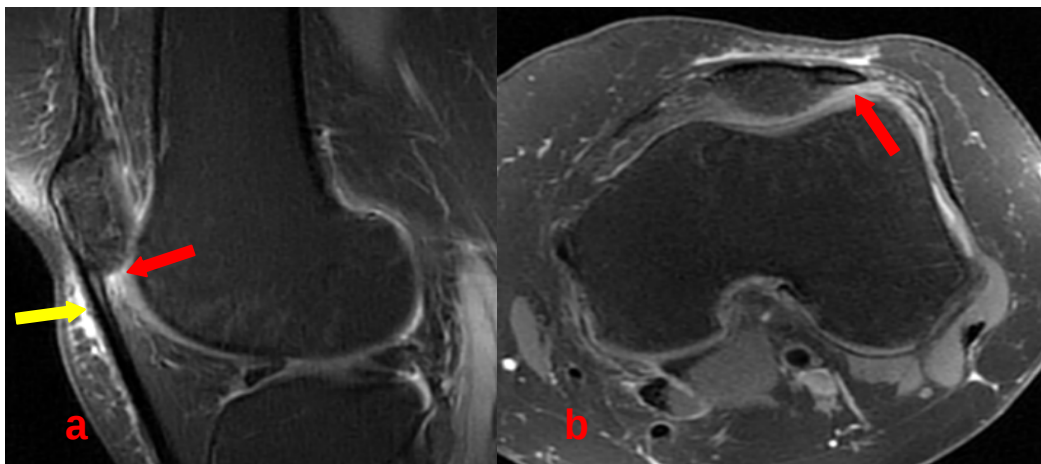


Figure 83 : IRM de l'articulation du genou

a : IRM en coupe sagittale objectivant un léger hypersignal de la graisse de Hoffa supéro-latérale (flèche rouge) entrant dans le cadre d'un syndrome de friction fémoro-patellaire débutant et tendinopathie patellaire (flèche jaune); b : IRM en coupe axiale montrant également un syndrome de friction fémoro-patellaire débutant (flèche rouge)

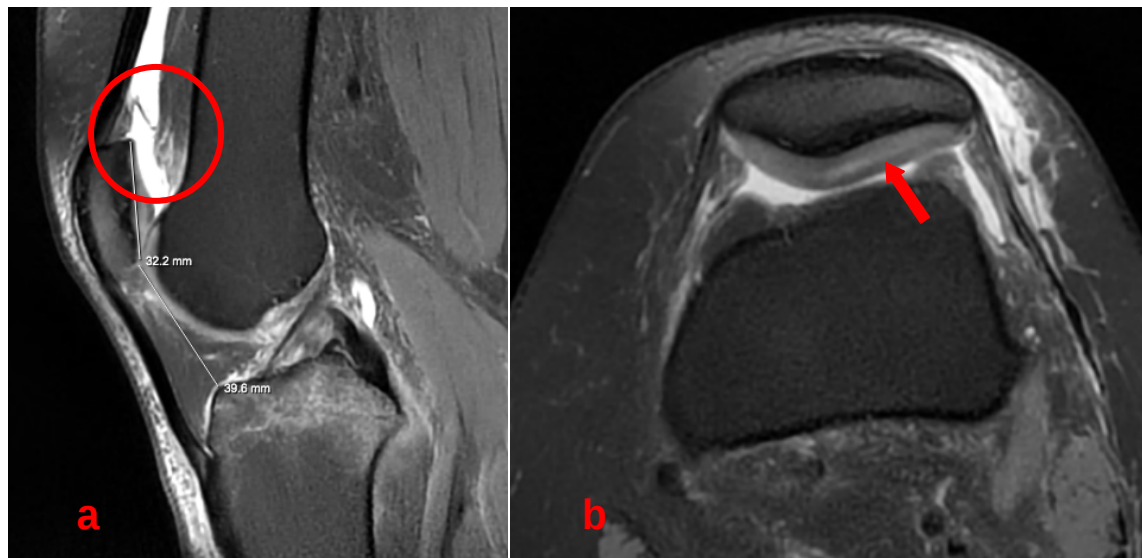


Figure 84 : IRM de l'articulation du genou

a : IRM en coupe sagittale avec mesure de la hauteur patellaire (index de Caton = 1,23 : patella alta) et épanchement au niveau du cul-de-sac quadricipital (cercle rouge); b : IRM en coupe axiale montrant une patella type 2 ainsi qu'une chondromalacie latérale débutante avec pincement artériel (flèche rouge)

3.2. Hauteur patellaire : Index Caton et Ratio d'Insall modifié

La hauteur patellaire est un des critères morphologiques étudié dans le cadre des syndromes fémoro-patellaire. Pour le ratio d'Insall modifié [140], communément en IRM on considère la patella alta quand l'indice est supérieur ou égal à 2. L'Insall modifié [141] permet de pallier les limites décrites par certains auteurs de l'indice d'Insall et Salvati notamment les faux positifs dans le cas d'anomalies morphologiques patellaires comme les nez patellaires courts. Enfin, l'index de Caton et Deschamps [142] est normalement compris entre 0,8 et 1,2. On parle de patella alta s'il est supérieur ou égal à 1,2 [18]. Cet indice est intéressant car il ne dépend pas du degré de flexion du genou. Cet indice serait le plus sensible pour le diagnostic de patella alta en IRM [143]. Ainsi, dans sa série de 42 patients, Chung et al [14] ont trouvé 79% patients porteurs d'une patella alta selon le ratio d'Insall modifié. En 2010, Subhawong a retrouvé également un lien entre syndrome de friction et patellas alta dans sa population à prédominance

féminine [144]. En considérant les différentes mesures possibles de patella alta en IRM, tous les indices montrent une différence hautement significative $p < 0,0001$, avec plus de patella alta chez les patients par rapport aux témoins. Dans notre série, l'index de Caton et le ratio d'Insall modifié ont objectivé respectivement que 40,7% (Tableau V) et 42,6% (Tableau VI) des patients avaient une patella alta. La patella alta est un critère majeur d'instabilité [18] et source de douleurs.

Cela est concordant avec la série de Barbier Brion et al retrouvant une patella alta chez 48 à 57% des patients selon les indices [10]. Ainsi qu'avec l'étude égyptienne de Fahmy retrouvant un taux de patella alta chez 56% des patients avec un syndrome fémoro-patellaire [145]. L'étude de Baz et al obtient, elle, un résultat de 33% de patella alta chez ses patients [134].

Quant à la série d'Escasla, l'indice de Caton-Deschamps a atteint une sensibilité de 69,5%, résultats similaires à ceux obtenus par Neyret et al [143], qui a le premier prouvé la faisabilité de l'indice de Caton-Deschamps en IRM. L'indice d'Insall-Salvati a lui atteint une sensibilité de 78 %, résultats en accord avec ceux obtenus par Miller et al [146], qui ont d'abord prouvé la faisabilité de l'index d'Insall-Salvati en IRM, et avec ceux d'Elias et al [147].

Shabchine et al ainsi que l'étude de Chhabra ont suggéré que les limites supérieure et inférieure de la normale des indices de Caton et d'Insall modifié doivent être modifiés pour refléter plus précisément les différences de technique de mesure sur l'IRM par rapport à la radiographie [9], [15]

Tableau V : Tableau comparatif de l'index de Caton de notre série avec la littérature

	Barbier Brion et al (23 cas)	Barbier Brion et al (30 témoins)	Ouali Idrissi et al (54 cas)
Index de Caton > 1,2	12	0	22
Pourcentage (en %)	52,2	0	40,7



Figure 85 : IRM du genou en coupe sagittale : Indice de Caton = 1,39

Flèche orange : Surface articulaire de la patella ; Flèche jaune : distance entre rebord antérieur tibial et bord inférieur de la surface articulaire patellaire

Dans la série de Barbier Brion et al la moyenne est de 1,93 [10] ce qui concorde avec notre série où notre moyenne est de 1,9.

Tableau VI : Tableau comparatif du ratio d'Insall modifié de notre série avec la littérature

	Barbier Brion et al (23 cas)	Barbier Brion et al (30 témoins)	Ouali Idrissi et al (54 cas)
Ratio d'Insall modifié ≥ 2	13	0	23
Pourcentage (en %)	56,5	0	42,6

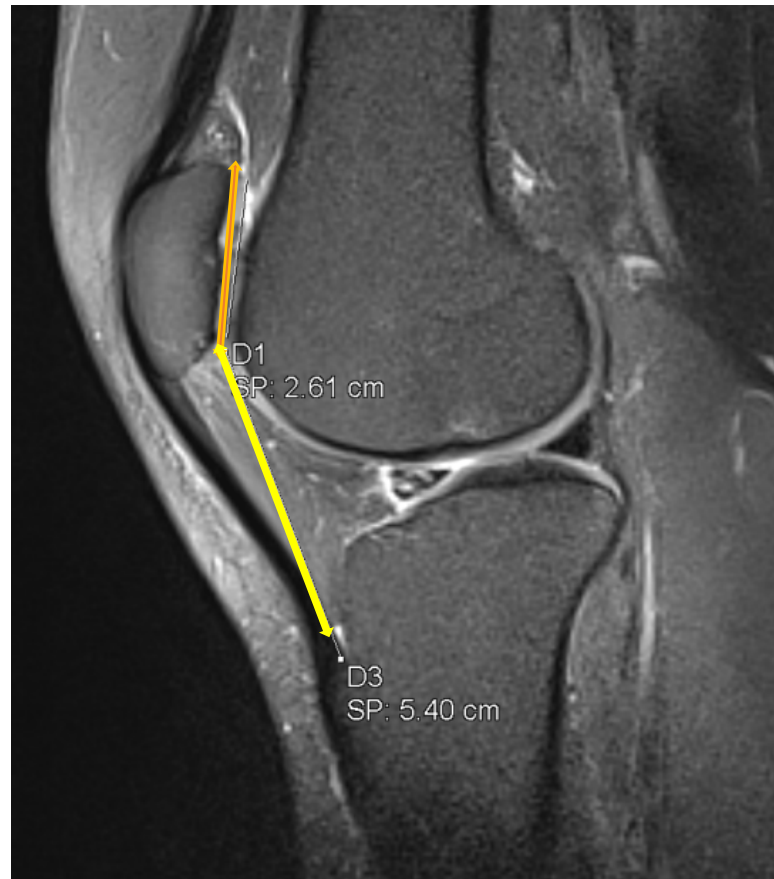


Figure 86 : IRM du genou en coupe sagittale : Ratio d'Insall modifié = 2,27

Flèche orange : Surface articulaire de la patella ; Flèche jaune : la longueur du tendon patellaire

Chez Barbier Brion et al la moyenne est de 1,18 [10], ce qui coïncide avec nos résultats et la moyenne de 1,16.

3.3 Dysplasie patellaire : Type de patella, Nez patellaire et Ratio Nez-Patella

De nombreuses variations de la surface articulaire rotulienne de la rotule ont été définies. Certaines de ces variations provoquent une instabilité patellaire et des douleurs rétro-patellaires. De nombreuses classifications de formes rotuliennes différentes sont disponibles ; la classification de Wiberg est la plus couramment utilisée [20]. Trois configurations patellaires de base ont été définies dans cette classification. Le type I a des facettes rotuliennes latérales et médiales concaves de taille égale. Dans la rotule de type II, qui est la plus fréquente, les surfaces articulaires sont concaves, mais la facette médiale est légèrement plus petite que la facette

latérale. La rotule de type III était définie comme une facette médiale mineure et une surface articulaire convexe [148]. On considère que la rotule de Wiberg de type III, dans laquelle la facette latérale est proéminente et la facette médiale est petite, fait partie des facteurs prédisposant à l'instabilité patellaire et du syndrome fémoro-patellaire [148], [149]. Notre série coïncide avec les résultats de Barbier Brion et al avec respectivement 18,5% (Tableau VII) et 26,1% de patella dysplasique [10].

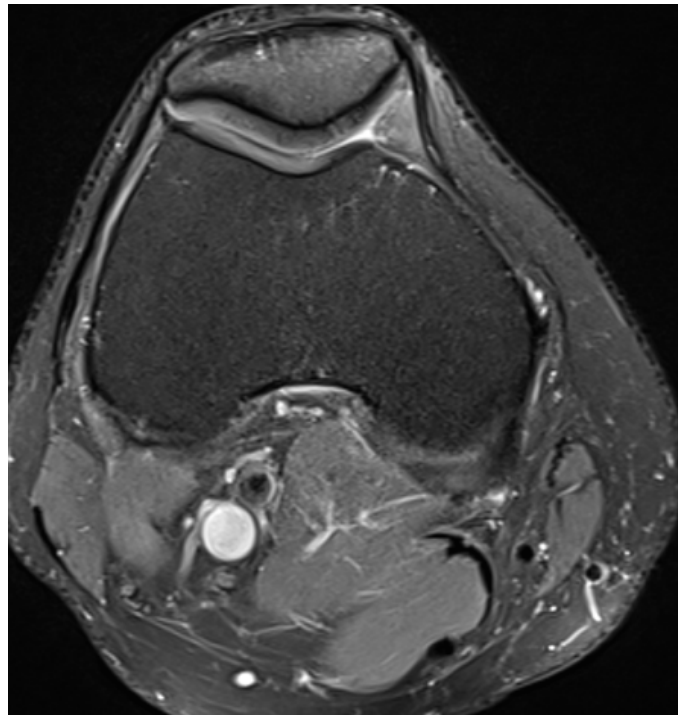


Figure 87 : IRM du genou en coupe axiale montrant une patella Type 2

Dans la série de Heng, des anomalies congénitales bipartites, tripartites et d'autres anomalies congénitales plus rares de la rotule ont été trouvées dans 3,6 % des genoux sans pour autant trouver une corrélation directe avec le syndrome fémoro-patellaire [150]. Tout comme dans la série de Labellaune dans laquelle la rotule bipartite est observée chez moins de 2 % de la population et est rarement une cause de douleur fémoro-patellaire. Cependant il a été objectivé que l'hypoplasie de la facette médiale de la rotule était associée au syndrome fémoro-patellaire [120].

Tableau VII : Tableau comparatif des patellas dysplasiques de notre série avec la littérature

	Barbier Brion et al (23 cas)	Barbier Brion et al (30 témoins)	Ouali Idrissi et al (54 cas)
Patella dysplasique	6	1	10
Pourcentage (en %)	26,1	3,3	18,5

Les patients de la série de Barbier Brion et al ont de manière significative des moyennes de nez patellaires et de ratio longueur nez –longueur patellaire inférieures aux témoins ($p < 0,0001$ et $p = 0,0003$). Un nez inférieur à 9 mm et un ratio nez –patella inférieur à 0,25 est à considérer comme critère de dysplasie patellaire [19]. En considérant comme seuil moins de 9mm pour les nez patellaires et un rapport inférieur à 0,25 pour les ratios longueur nez–longueur patellaire, les tests sont également significatifs ($p = 0,0037$ et $p < 0,0001$). Ainsi, plus les nez patellaires sont courts et plus les ratios sont faibles, plus les patients sont porteurs de syndrome de fémoro-patellaire dans la série de Barbier Brion et al. Ces constatations ont déjà été rapportées dans la littérature, constituant pour certains une spécificité plus grande que la hauteur patellaire ; les patients porteurs de ces prédispositions anatomiques sont donc plus sujets à présenter des instabilités patellaires [19].

Dans la série d'Escala, il a été constaté que les patients avec un syndrome fémoro-patellaire ont tendance à avoir un nez patellaire plus court (<9 mm), un rapport de nez patellaire plus petit (<0,25) et un rapport morphologique plus petit (<1,2). 46% des patients présentaient un nez patellaire court, qui n'était présent que chez 14 % du groupe témoin [19]. De plus, il a été retrouvé que le ratio rotulien nez a atteint une sensibilité acceptable de 78 %, tandis que le ratio morphologique et le nez rotulien ont atteint les plus grandes spécificités 86,9 et 84,5%, respectivement. En d'autres termes, les patients présentant un gros nez patellaire dans une coupe IRM sagittale médiane sont peu susceptibles de souffrir de syndrome fémoro-patellaire. A l'inverse, les patients ayant un nez patellaire court (en particulier ceux dont le ratio patellaire nez

est $< 0,25$) peuvent être considérés comme ayant une morphologie patellaire dysplasique avec une forte association au syndrome fémoro-patellaire [19].

Tableau VIII : Tableau comparatif des nez patellaires de notre série avec la littérature

	Barbier Brion et al (23 cas)	Barbier Brion et al (30 témoins)	Ouali Idrissi et al (54 cas)
Nez patellaire < 9 mm	11	3	16
Pourcentage (en %)	47,8	10	29,6



Figure 88 : IRM du genou en coupe sagittale : Nez patellaire =10mm

Flèche jaune : longueur du nez patellaire

Tableau IX : Tableau comparatif des ratios nez patellaire/patella de notre série avec la littérature

	Barbier Brion et al (23 cas)	Barbier Brion et al (30 témoins)	Ouali Idrissi et al (54 cas)
Nez patellaire/Patella <0,25	16	5	17
Pourcentage (en %)	69,6	16,7	31,5



Figure 89 : IRM du genou en coupe sagittale : NP/P = 0,38

Flèche jaune : longueur du nez patellaire ; Flèche orange : longueur de la patella

Suivant les suggestions de Grelsamer [151], nous avons cherché à évaluer la valeur diagnostique des indices de Caton-Deschamps et d'Insall modifié en association avec le nez rotulien. Dans notre étude, l'association d'un index Caton-Deschamps positif ($>1,2$) et d'un nez patellaire court (<9 mm) a atteint une sensibilité de 88 % et une spécificité de 82 %, une amélioration par rapport aux données obtenues par l'Index de Caton-Deschamps en tant que paramètre distinct. De plus, la combinaison d'un indice d'Insall modifié positif (> 2) et d'un nez patellaire court a atteint une sensibilité de 81,4 % et une spécificité de 83 %, ce qui a également amélioré les données individuelles. Par conséquent, les indices Caton-Deschamps et Insall modifié étaient plus sensibles et spécifiques chez les patients ayant un nez patellaire court. La plus grande amélioration de sensibilité obtenue par l'association d'un nez patellaire court et d'un indice Caton-Deschamps positif semble refléter le fait que le Caton-Deschamps en soi ignore le contour du nez patellaire [19].

3.4 Dysplasie trochléenne : Gorge trochléenne, Profondeur de la trochlée et Inclinaison latérale de la trochlée :

La dysplasie de trochlée est un des facteurs anatomiques les plus importants concernant l'instabilité et le défaut d'engagement patellaire. L'IRM a été introduite pour le diagnostic de dysplasie de trochlée [24]. Ainsi, les critères quantitatifs de dysplasie utilisés sont l'inclinaison latérale de la trochlée, la profondeur de la trochlée et la gorge trochléenne [24]. En cas de dysplasie de trochlée, le raccordement entre la diaphyse fémorale et la trochlée est plus abrupt. C'est Guilbert [152], [153] qui a constaté cette notion originale. Les types plats, ronds, carrés et obliques (par ordre de gravité) sont dépendants de la saillie de la trochlée. Pour cet auteur, 80 % des syndromes fémoro-patellaire avaient une jonction oblique ou carrée alors que 72 % des témoins avaient une jonction plate.



Figure 90 : IRM du genou en coupe axiale montrant une gorge trochléenne = 125,4°

Facette médiale de la trochlée (Ligne 1) ; Facette latérale de la trochlée (Ligne 2)

Dans notre étude, pour l'inclinaison latérale de la trochlée, pour une valeur seuil de 11°, les moyennes des patients sont proches du seuil avec un seulement 1,8% de trochlée dysplasique. Ce qui rejoint l'étude de Barbier Brion et al où les moyennes des patients sont inférieures de manière significative au témoin avec un seul cas témoin retenu comme réellement dysplasique [10]. Pour la profondeur de la trochlée, les valeurs moyennes sont respectivement de 4 mm en coupes axiales à 3 cm de l'interligne et de 3 mm au niveau de l'arche romane [19]. En l'absence d'acquisition volumique, la précision et la reproductibilité font défaut pour la mesure proximale ; elle est à notre sens plus fiable au niveau de l'arche romane : avec 5,6% de patients avec une profondeur pathologique à ce niveau dans notre série. Enfin, pour la mesure de la

gorge trochléenne, sont considérés dysplasiques les trochlées avec un degré supérieur à 140°, retrouvé chez 25,9% des patients de notre série.

Tableau X : Tableau comparatif de l'inclinaison latérale de la trochlée de notre série avec la littérature

	Barbier Brion et al (23 cas)	Barbier Brion et al (30 témoins)	Ouali Idrissi et al (44 cas)
Inclinaison latérale de la trochlée < 11°	1	0	1
Pourcentage (en %)	4,3	0	1,8

La dysplasie trochléaire avait été décrite comme un facteur prédisposant à l'instabilité patellaire et a été classée en quatre types principaux par Dejour et Coultre (types A, B, C et D :

A = Une trochlée de forme normale mais avec un sillon trochléen peu profond ;

B = Aplatissement de la gorge trochléenne se fixant à une convexité ;

C = Asymétrie des facettes trochléennes montrant une facette latérale trop haute et une facette médiale hypoplasique avec pour conséquence une surface articulaire aplatie de façon oblique ;

D = Caractéristiques identiques au de type C mais avec un lien longitudinal entre les deux facettes donnant le motif de falaise sur le plan sagittal en IRM) [154].

Dans l'étude de Baz et al, il a été constaté que 19 % des patients montraient des signes de dysplasie trochléaire [134]. 38% ont été classés dans le type A, 38 % dans le type B et 24 % dans le type C selon la classification de Dejour et al [154].

Dans l'étude de Fahmy et al, la dysplasie de la trochlée est aussi considérée comme l'un des principaux facteurs de risque d'instabilité, était présente dans plus de la moitié des cas et était facilement identifiée par IRM [145], en évaluant l'inclinaison latérale de la trochlée, l'asymétrie des facettes trochléaires ou la profondeur de la trochlée [19]. Le taux de dysplasie de

la trochlée retrouvée chez 63% des patients de notre étude sont en accord avec ceux rapportés par Patricia et al en 2013, qui a déclaré que l'IRM est une excellente méthode de diagnostic de la dysplasie de la trochlée et a rapporté une forte inclinaison rotulienne et latérale dans 53 % et 56% respectivement [155].

La série d'Escala et al, estime quant à elle, que la dysplasie fémorale de la trochlée est le facteur anatomique prédisposant le plus important à l'instabilité patellaire et à la mauvaise trajectoire fémoro-patellaire. Le diagnostic radiographique reste difficile car le positionnement optimal est difficile et les surfaces chondrales ignorées [18], [156]. Compte tenu de ces limitations, l'IRM a été proposée pour le diagnostic de la dysplasie fémorale de la trochlée [157], [158].

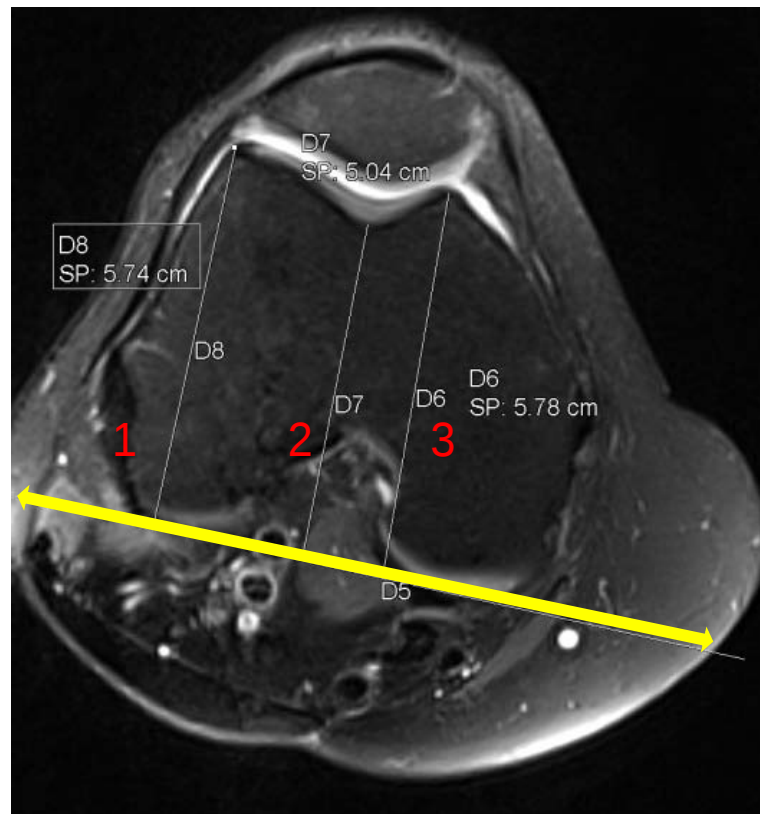


Figure 91 : IRM du genou en coupe axiale avec PT = 7,7mm

Plan bicondylien postérieur (flèche jaune) ; mesure du condyle interne (ligne 1) ; mesure de la gorge de la trochlée (ligne 2) ; mesure du condyle externe (ligne 3)

Escala et al se sont donc appuyé pour le diagnostic quantitatif de dysplasie de la trochlée fémorale basé sur l'IRM sur la mesure de la proéminence ventrale de la trochlée, la profondeur de la rainure de la trochlée fémorale et l'inclinaison latérale de la trochlée [24], [74], [159]. Dans l'étude d'Escala, la proéminence ventrale de la trochlée était en moyenne de 4,8 mm pour les patients et de 4,2 mm pour les genoux témoins. La valeur seuil résultante, > 4 mm, s'est avérée statistiquement significative et proche du seuil radiographique admis, qui est > 3 mm [74]. Cette différence peut refléter l'inclusion de l'épaisseur chondrale dans les mesures. Dans une autre étude basée sur l'IRM, Pfirrmann et al [24] ont trouvé une valeur seuil $> 6,9$ mm utile pour diagnostiquer la dysplasie de la trochlée. Cet écart peut refléter les différences dans les critères d'inclusion.

Dans la population d'étude d'Escala, la profondeur moyenne du sillon trochléaire était de 3,3 mm en vue proximale et de 4,2 mm en vue distale chez les patients. Dans une étude précédente basée sur l'IRM [24], la profondeur moyenne du sillon trochléaire proximal (3 cm au-dessus de la ligne articulaire) était de 0,6 mm et de 3,6 sur une vue axiale plus distale (2 cm au-dessus de la ligne articulaire). L'écart peut refléter les différentes sections sélectionnées et les difficultés à effectuer des mesures précises dans la section la plus haute où le cartilage trochléaire était visible.

Escala et al ont trouvé que la sensibilité et la spécificité de la profondeur de la trochlée fémorale sont plus importantes au niveau de l'arche romane que dans une vue axiale plus crânienne [19], ce qui reflète probablement la plus grande fiabilité des mesures inférieures et qui concorde avec la littérature.

Enfin dans l'étude d'Escala, la face proximale de la facette latérale de la trochlée des patients était plus orientée horizontalement. Il a été trouvé que $< 12^\circ$ était une valeur seuil adéquate pour discriminer le syndrome fémoro-patellaire [22]. Dans une étude réalisée sur 30 patients souffrant de SFP la valeur seuil la plus appropriée était $< 11^\circ$. Comme indiqué par Elias et al [147] la mesure de l'inclinaison de la facette latérale de la trochlée peut ne pas être

entièrement fiable, en raison des difficultés à identifier l'image transversale la plus supérieure dans laquelle le cartilage de la trochlée est visible. Les résultats obtenus sont en accord avec les données précédemment publiées par Ward et al [160], qui ont trouvé une bonne sensibilité pour une valeur seuil de $13,5^\circ$.

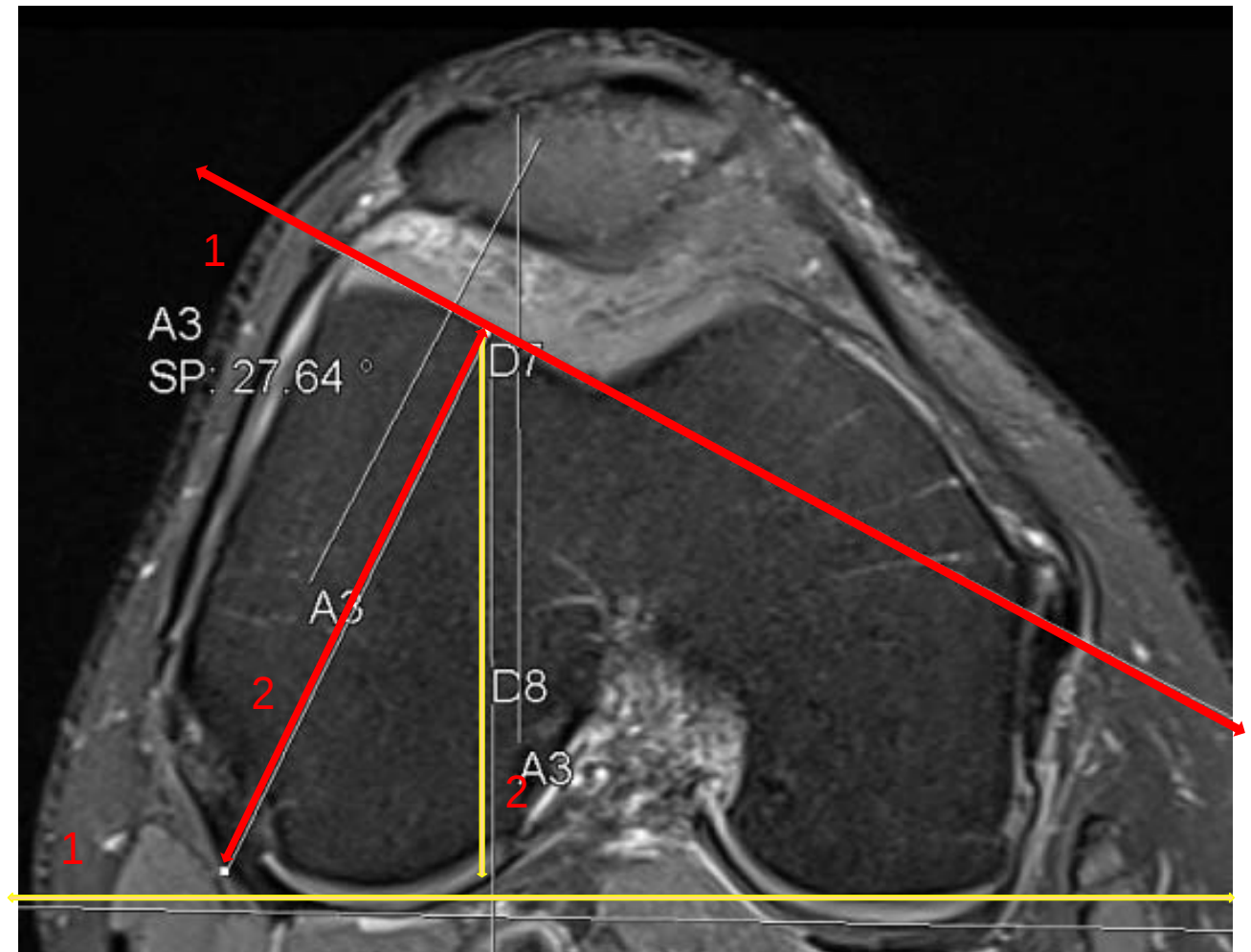


Figure 92 : IRM du genou en coupe axiale avec ILT = $24,5^\circ$

Plan bicondylien postérieur (flèche jaune 1) ; perpendiculaire du plan bicondylien (flèche jaune 2) ; facette latérale de la trochlée (flèche rouge 1) ; perpendiculaire de la facette latérale de la trochlée.

L'intersection des deux perpendiculaires (flèche jaune 2 et flèche rouge 2) forment l'angle de l'ILT.

Chhabra et al montrent que l'IRM s'est avérée meilleure que la radiographie conventionnelle dans la caractérisation de la forme du sillon trochléaire car la mesure sur la radiographie de la ligne d'horizon n'évalue que la partie inférieure du sillon trochléaire, ce qui n'est pas représentatif de la morphologie réelle de la trochlée [24], [161]–[164]. Divers auteurs ont évalué la morphologie de la trochlée en mesurant la profondeur du sillon trochléaire, l'inclinaison latérale de la trochlée, la hauteur de la trochlée ainsi que l'angle du sillon [22], [24], [163], [165], [166]. Pfirmann et al ont rapporté que la dysplasie trochléaire peut être diagnostiquée avec une sensibilité de 100 % et une spécificité de 96 %, si le sillon trochléaire mesure 3 mm ou moins à 3 cm au-dessus de l'articulation tibio-fémorale [24]. Cependant, il faut comprendre que les mesures peuvent varier d'un patient à l'autre en raison des différences de taille du genou et de l'étendue proximale du cartilage trochléaire. De plus, les mesures varient si le cartilage trochléaire par rapport à l'os est référencé pour la mesure de l'angle du sillon [166]. Il est prudent d'utiliser des repères osseux à des fins de mesure pour éviter la variabilité liée à l'épaisseur du cartilage.

3.5. Latéralisation de la patella : Distance TA-GT :

De la position de la tubérosité tibiale antérieure par rapport à celle de la gorge de la trochlée dépend la force de latéralisation imposée à la rotule par la contraction quadricipitale. Dans notre population de patients 38,9% (Tableau XI) des cas ont une distance TA-GT supérieur à 15 mm et la valeur moyenne est de 14,4mm. Une rotule très haute a de forte chance de manquer son engagement si la TA-GT est élevée ou si la balance des forces entre vaste interne et externe n'est pas satisfaisante [10].

Dans la série de Barbier Brion et al on retrouve que 56% des cas ont une TA-GT supérieur ou égal à 20 mm alors que dans la population des sujets normaux il y en a seulement 3% qui atteignent ce seuil. La valeur moyenne est de 9,3mm chez des sujets témoins [21]. Ils ont également trouvé qu'il existait une différence significative en moyenne des mesures de TA-GT entre les patients et les témoins avec $p < 0,0001$. Ces résultats concernant les témoins sont concordants avec ceux de la littérature ; par exemple Guilbert [152] obtient des mesures de TA-GT

GT à $8,1 \text{ mm} \pm 3$ pour les témoins tandis que Barbier Brion et al obtiennent $7,93 \text{ mm} \pm 3,01$ pour les témoins. Pour les patients de Barbier Brion et al, ils ont recueilli des mesures moyennes de $13,64 \text{ mm} \pm 3,96$, alors que Guilbert obtient $12,8 \text{ mm} \pm 5,4$ [10].

Une étude de 2009 [167] avance que les patients présentant des douleurs antérieures du genou sans antécédent d'instabilité ont statistiquement une TA –GT plus grande et plus de chondromalacie patellaire. Enfin, en 2006, Wittstein [21] a montré également une différence significative entre les mesures de TA–GT de patients souffrant de douleurs antérieures du genou sans antécédent de luxation ou d'instabilité et des témoins ($12,6 \text{ mm} \pm 1,1$ contre $9,4 \text{ mm} \pm 0,6$). Ainsi tous concluent, comme nous, que les TA –GT excessives, même inférieures à 15–20 mm, sont source de syndromes douloureux fémoro-patellaire.

Tableau XI : Tableau comparatif de la distance TA–GT de notre série avec la littérature

	Barbier Brion et al (23 cas)	Barbier Brion et al (30 témoins)	El Ouali et al (54 cas)
Distance TA–GT > 15 mm	18	5	21
Pourcentage (en %)	78,3	16,7	38,9

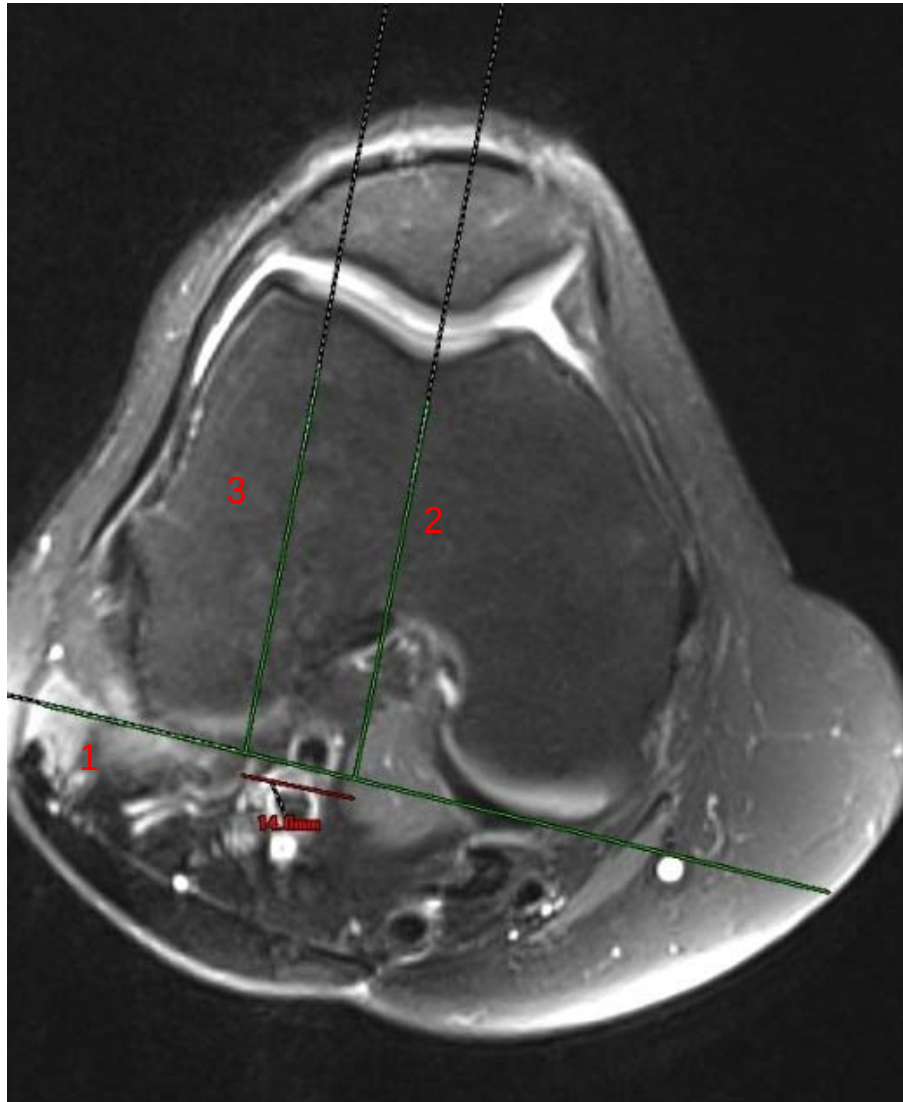


Figure 93 : IRM du genou en coupe axiale avec TA-GT = 17,2mm

La ligne bicondylienne (ligne verte 1), ligne passant par le fond de la trochlée (ligne verte 2), ligne passant par le sommet de la tubérosité tibiale antérieure perpendiculaire à la ligne 1 (ligne verte 3) et après superposition des deux coupes on mesure de la distance entre les deux (ligne rouge)

L'étude de Fahmy a objectivé que la mesure de la distance TA-GT est l'un des principaux motifs de demande d'évaluations tomographiques chez les patients présentant un syndrome fémoro-patellaire [145]. Avec le besoin croissant d'évaluer l'intégrité des ligaments et des

cartilages articulaires, de nombreux patients ont commencé à subir une IRM, avec d'excellents résultats [163]. Dans cette étude, une distance TA-GT augmentée a été trouvée dans 16 cas (29 %) en accord avec Berruto et al (2013) qui ont déclaré que la valeur TA-GT était plus élevée chez les patients symptomatiques [168].

Dans la série de Chhabra, la distance tubérosité tibiale antérieure-gorge trochléaire (TA-GT) doit être mesuré en cas de suspicion de dérangement fémoro-patellaire [15]. C'est la distance maximale prise entre les lignes tracées perpendiculairement à la zone la plus profonde du sillon trochléaire et le centre de l'insertion du tendon rotulien sur la tubérosité tibiale sur des images axiales, similaire à la méthode proposée par Wittstein et al [21]. Plus de 15 mm de déviation tuberculeuse tibiale indiquent une latéralisation/transposition [21], [169], [170]. La latéralisation du tendon rotulien/tubérosité tibiale entraîne une augmentation de la traction latérale du muscle quadriceps fémoral sur la rotule, potentialisant les troubles fémoro-patellaires [156], [171], [172]. Cette latéralisation peut entraîner des frictions entre le tendon du quadriceps et le fémur antérieur, et la formation d'un œdème du coussinet adipeux supéro-latéral de Hoffa. Il peut être considéré comme un substitut de l'angle du quadriceps (Q) mesuré à l'examen physique. L'angle Q est mesuré cliniquement entre une ligne tracée de l'épine iliaque antéro-supérieure au centre de la rotule et une ligne allant du centre de la rotule à la tubérosité tibiale. Les mesures normales pour les hommes sont de $14^{\circ} (\pm 3)$ et pour les femmes de $17^{\circ} (\pm 3)$.

Des observations similaires sont également possibles sur des images IRM coronales séquentielles. Cliniquement, la mesure de l'angle Q est un indicateur utile d'un mauvais alignement fémoropatellaire [173], mais il peut être sous-estimé en raison d'un mauvais alignement patellaire latéral. Il a été récemment rapporté que la mesure clinique de la distance TA-GT peut également être peu fiable [170]. Par conséquent, la distance TA-GT obtenue en IRM est un indicateur plus valable de latéralisation/transposition. Il convient de noter qu'il peut y avoir d'autres facteurs sous-jacents contribuant à l'augmentation de la distance TA-GT, tels que l'antéversion du col fémoral, la torsion tibiale externe et la pronation sous-talienne. L'étude de Dirim Mete est en adéquation avec les résultats obtenus par Chhabra [174].

3.6. Chondropathie

La chondropathie pourrait être décrite comme une dénudation du cartilage avec une irrégularité de surface au sondage arthroscopique ; cette affection peut présenter une douleur fémoro-patellaire et est plus susceptible d'être observée chez les adolescents et les adultes jeunes, en particulier les femmes [175] ; cela est concordant avec notre étude et celle de Baz et al (70 % de femmes et une moyenne d'âge de 25 ans pour ce dernier) [134].

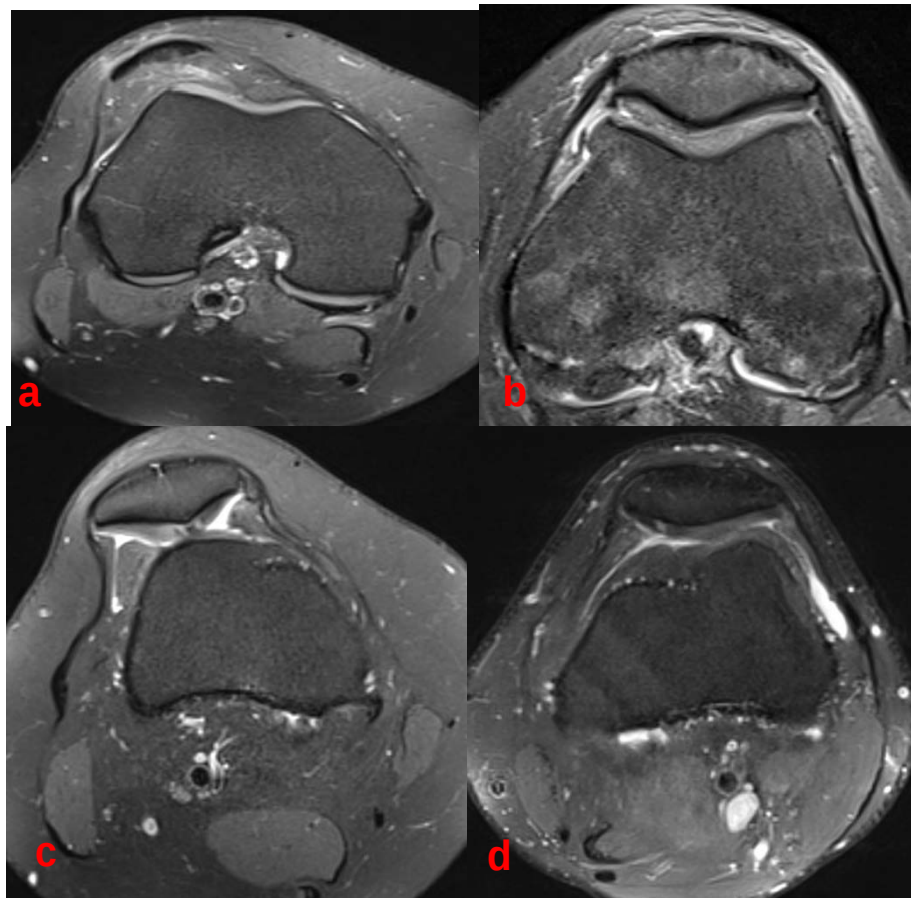


Figure 94 : IRM du genou en coupe axiale montrant une chondropathie

**a : chondropathie grade I ; b : chondropathie grade II ; c : chondropathie grade III; d :
chondropathie grade IV**

L'imagerie par résonance magnétique est la principale méthode de recherche pour visualiser le cartilage de l'articulation fémoro-patellaire, en raison de son pouvoir de résolution élevé et parce qu'elle offre la possibilité d'une évaluation multiplanare [176], [177]. Bien que l'examen arthroscopique soit un gold standard pour les lésions cartilagineuses, certaines zones aveugles de l'arthroscopie, l'os sous-chondral et toutes les structures articulaires peuvent être évaluées par IRM. Cette dernière présente une sensibilité de l'ordre de 90 % pour la détection des lésions ostéo-chondrales du genou, qui peuvent passer inaperçues à la radiographie dans jusqu'à 60 % des cas, justifiant ainsi la réalisation d'une IRM chez ces patients [13]. L'étude de Dirim Mete est concordante avec ce qui est décrit [174].

Basé sur la classification d'Outerbridge [25], divisé en 4 types en fonction du degré d'atteinte (l'évaluation est : Type 0 = cartilage normal ; Type 1 = « ramollissement » ou œdème sans irrégularités de contour du cartilage ; Type 2 = fragmentation du cartilage, fissures ou défauts focaux inférieurs à 50 % ; Type 3 = fragmentation à 50 % dans le cartilage ou en dessous, fissures ou défauts ; Type 4, lésions cartilagineuses de pleine épaisseur) [176], [178], un chondropathie a été retrouvée chez 64,8% des cas de notre série avec une répartition comme suis : Type I à 11,1% ; Type II à 14,8% ; Type III à 13% et type IV à 25,9%. Dans l'étude de Chhabra, il a été montré que cartilage patellaire est mieux évalué dans le plan axial et le cartilage trochléaire dans le plan sagittal [179].

Ceci est en accord avec l'étude de Fahmy dans laquelle des lésions chondrales ont été diagnostiquées chez 32 patients (58 %) avec une sensibilité IRM estimée à 88 % [145]. L'étude de Baz, quant à elle, retrouve 67% d'atteinte cartilagineuse, où 43% des cas étaient de grade IV, 27% étaient de grade III, 23 % étaient de grade II et 7 % étaient de grade I. Mattila et al [180] ont rapporté que la précision diagnostique de l'IRM est plus élevée pour les lésions de haut grade (grades III et IV), ce qui correspondait grandement à notre étude ainsi qu'à celle de Baz et al [134].

3.7. Méniscopathie

Les atteintes méniscales antérieures ont été prises en compte par McNally et al [181] parmi les principales causes de douleur fémoro-patellaire. L'IRM est considérée comme l'étude de choix en cas de déchirure méniscale ; de plus, il peut remplacer l'arthroscopie, inutile pour une telle entité de la maladie [125]. Dans nos résultats, 48,1 % des patients étaient atteints d'une atteinte méniscale.

Cependant, dans la série de Baz, seulement 13 % des patients de l'échantillon de l'étude présentaient des signes IRM d'une déchirure méniscale avec une prédominance féminine (67 % de femmes et 33 % d'hommes) [134]. L'âge moyen était de 27ans, 78% d'entre eux avaient des antécédents de traumatisme. Seulement 22 % avaient plus de 45 ans et n'avaient pas d'antécédents de traumatisme du genou [134]. Ces différences retrouvées pourraient être expliquées par différentes raisons, telles que la différence de population choisies entre les deux études.

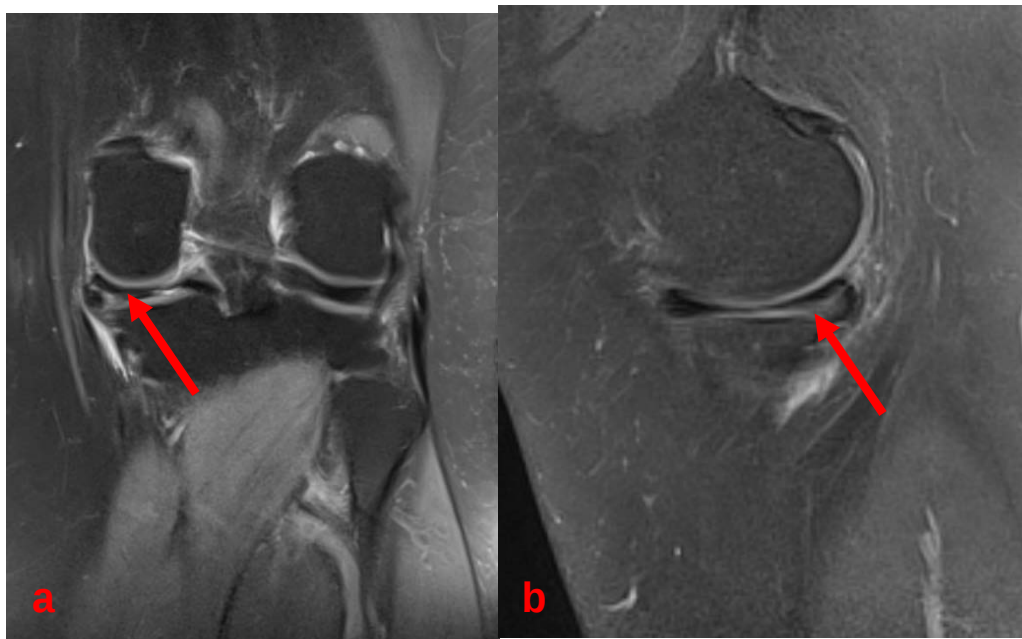


Figure 95 : IRM du genou montrant une lésion méniscale

a : coupe coronale; b : coupe sagittale

Flèche rouge : Lésion de type 3 de la corne postérieure du ménisque interne.

3.8. Tendinopathies

L'IRM doit évaluer les structures des tissus mous autour de l'articulation fémoro-patellaire, en particulier le tendon rotulien. Une déchirure partielle du tendon est reconnue par une réduction d'épaisseur et un signal élevé ; les déchirures de pleine épaisseur sont reconnues par une absence focale et fréquemment par un signal élevé du liquide dans cette zone [174]. Dans notre série, 7,4 % des patients présentaient une tendinopathie rotulienne. Ce qui rejoint l'étude de Baz avec des troubles du tendon rotulien représentant 9 % de la taille de l'échantillon.



Figure 96 : IRM du genou en coupe sagittale montrant une atteinte tendineuse

Flèche rouge : anomalie de signal du tendon quadricipital.

Dans la série de Barbier Brion et al, un seul patient présentait une anomalie de signal du tendon patellaire à proximité de son insertion patellaire, suggérant une rupture partielle [10]. Dans leur série de 42 patients, Chung et al [14] ont mis en évidence neuf tendons pathologiques contre un seul parmi les 50 genoux de Subhawong [144]. Dans la série de Barbier Brion et al, la faible fréquence constatée est sans doute en rapport avec le faible effectif de l'échantillon mais cela reste concordant avec les résultats retrouvés dans la littérature [10].

3.9. Œdèmes

D'autres signes secondaires retrouvés à l'IRM peuvent inclure un œdème sous chondral, une prolifération synoviale/formation de bourses adventitielles des coussinets adipeux, et des modifications kystiques liées à la traction des insertions patellaires des rétinaculum médiales et latérales [14]. L'œdème sous chondral est la constatation la plus fréquente. Dans notre série, il a été retrouvé dans 29,6 % des cas, ce qui reste inférieur à la série de Fahmy [145] avec 58 % des patients présentant un œdème mais qui reste concordant avec la littérature dans l'étude de Chhabra et al [15] ainsi que celle de Dirim Mete et al [174].



Figure 97 : IRM du genou en coupe sagittale montrant un œdème sous chondral

Cercle rouge : œdème osseux sous chondral

Check-list :

Éléments à rechercher systématiquement dans une IRM du genou avec potentiel syndrome fémoro-patellaire :

- Rechercher les éléments de dysplasie fémoro-patellaire :
 - o Hauteur patellaire :
 1. Index de Caton : valeur normale [0,8-1,2]

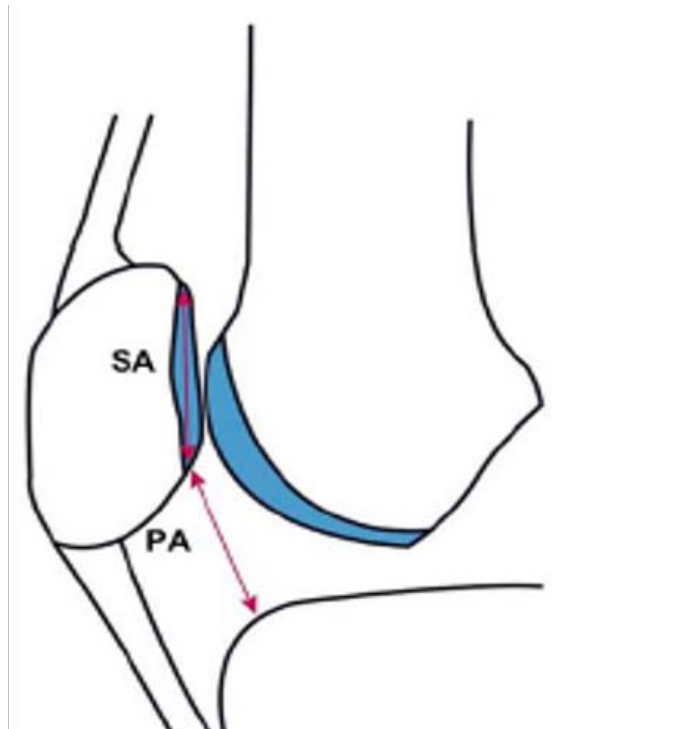


Schéma 1 : Représentation du genou sur une coupe sagittale [10]

SA=mesure de la surface articulaire, PA = mesure rebord antérieur tibial et bord inférieur de la SA

2. Ratio d'Insall modifié : valeur normale < 2

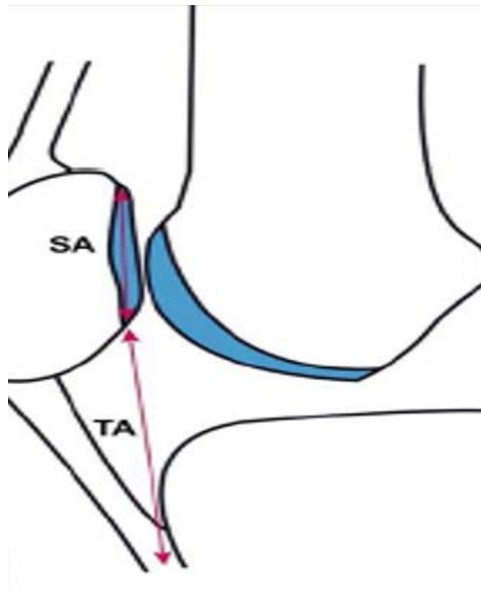
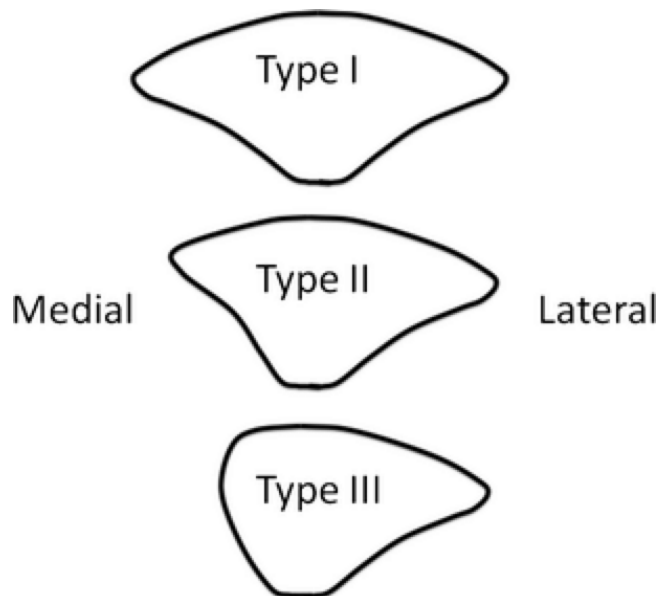


Schéma 2 : Représentation du genou sur une coupe sagittale [10]

SA=mesure de la surface articulaire, TA=mesure TTA et bord inférieur de la SA

- o Dysplasie patellaire :

1. Type de patella : Patella normale type 1 et 2



2. Nez patellaire : valeur normale > 9 mm
3. Ratio nez-patella : valeur normale $> 0,25$

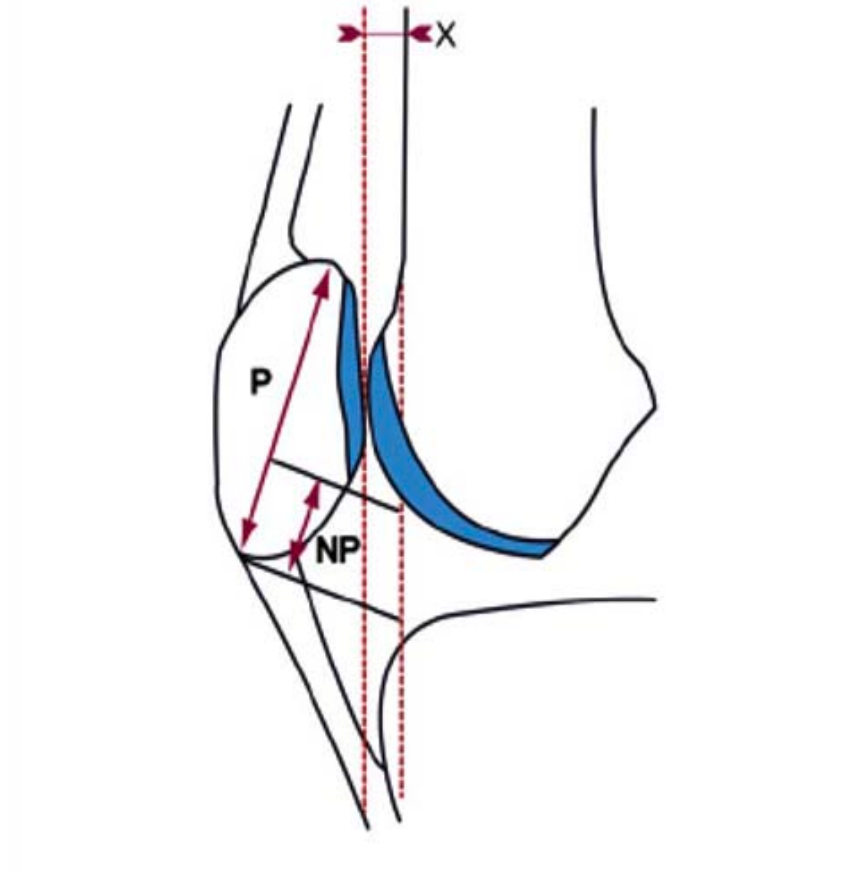


Schéma 3 : Représentation du genou sur une coupe sagittale [10]

X : proéminence ventrale de la trochlée ; NP : nez patellaire ; P : longueur de la patella ; NP/P : ratio nez-patella.

- o Dysplasie trochléenne :
 1. Gorge trochléenne

2. Profondeur de la trochlée

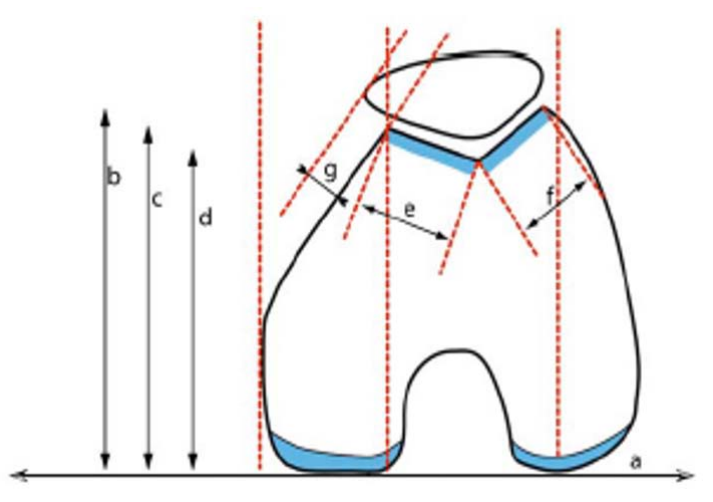


Schéma 5 : Représentation du genou sur une coupe axiale [10]

a : plan bicondylien ; b : mesure maximale du condyle interne ; c : mesure maximale du condyle externe ; d : mesure au niveau de la gorge de la trochlée ; e : mesure de la facette de la trochlée externe ; f : mesure de la facette de la trochlée interne ; g : mesure de la latéralisation patellaire ou tilt.

3. Inclinaison latérale de la trochlée : valeur normale [15–30] °

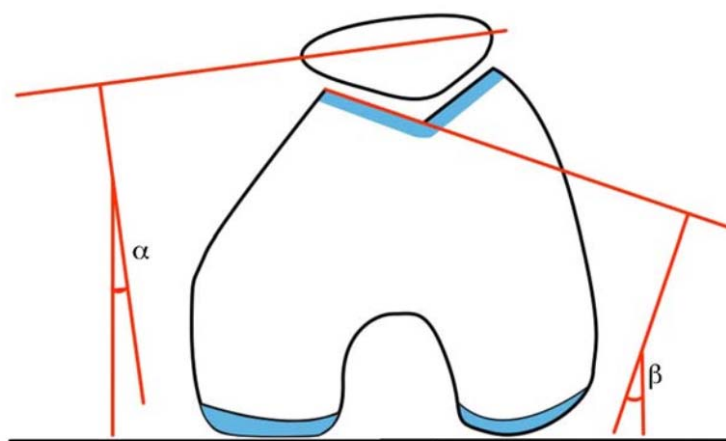


Schéma 4 : Représentation du genou sur une coupe axiale [10]

Angle α : angle de bascule rotulienne ; angle β : angle d'inclinaison latérale de la trochlée (LTI).

- o Graisse de Hoffa : chercher un potentiel hypersignal
- Analyse systématique des éléments anatomiques du genou :
 - o Structure osseuse et interligne articulaire
 - o Analyse des éléments ligamentaires et tendineux
 - o Rechercher un épanchement articulaire ou une bursite
 - o Analyse des ménisques et une potentielle atteinte méniscale
 - o Parties molles de voisinage
 - o Graisse de Hoffa : chercher un potentiel hypersignal
- Analyse systématique des éléments anatomiques du genou :
 - o Structure osseuse et interligne articulaire
 - o Analyse des éléments ligamentaires et tendineux
 - o Rechercher un épanchement articulaire ou une bursite
 - o Analyse des ménisques et une potentielle atteinte méniscale
 - o Parties molles de voisinage

CONCLUSION

Les douleurs antérieures du genou sont fréquentes et il est difficile pour le clinicien d'être certain de son diagnostic. Le diagnostic du syndrome fémoro-patellaire ou du syndrome de friction fémoro-patellaire, puisque la clinique est semblable, reste de diagnostic difficile.

L'IRM est très utile car elle est spécifique, et permet d'affirmer le diagnostic. Elle remplace la radiographie standard et la TDM car le calcul de toutes les anomalies anatomiques est possible en IRM et est beaucoup plus précis. Ainsi grâce à l'IRM, nous avons clairement montré que des éléments morphologiques dysplasants patellaire et trochléaire sont retrouvés chez des patients souffrant de douleur antérieure du genou avec anomalie focale de la graisse de Hoffa. On note notamment la hauteur patellaire avec une plus grande incidence de patella alta chez les personnes souffrant d'un syndrome fémoro-patellaire par rapport à la population générale, ainsi que les autres moyens prédictifs de dysplasies tels que la distance TA-GT, la profondeur trochléenne ou encore l'inclinaison latérale de la trochlée.

Autre avantage, l'IRM montre les anomalies des parties molles et les modifications morphologiques mineures, donc en plus de poser avec certitude le diagnostic de SFP, elle permet de réaliser un bilan lésionnel précis. Ces anomalies sont largement sous-estimées dans la littérature.

L'IRM est donc l'examen de choix pour cette pathologie et une check-list des éléments devant être systématiquement recherché a été réalisé.

RÉSUMÉS

Résumé

Le syndrome fémoro-patellaire (SFP) constitue un des diagnostics les plus fréquemment posés en présence d'une douleur antérieure de genou. Ce syndrome reste actuellement peu décrit dans les revues de la littérature : il est largement sous-diagnostiqué et sous-estimé car méconnu. La pathologie fémoro-patellaire se manifeste par deux symptômes principaux : la douleur fémoro-patellaire et l'instabilité patellaire. Communément de diagnostic clinique, des examens complémentaires peuvent être demandés : mais la radiographie standard et la TDM ont montré leurs limites par rapport à l'IRM.

Notre étude vise à montrer l'apport de l'IRM dans le diagnostic et le bilan lésionnel du syndrome fémoro-patellaire par rapport à la radiographie standard et la TDM et objectiver les éléments prédictifs du syndrome fémoro-patellaire.

Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective, portant sur une série de 49 patients, pour un total de 54 genoux durant une période de 8 ans allant du 01 janvier 2013 au 31 décembre 2020 réalisée au service de Radiologie AR-RAZI du CHU Mohamed VI de Marrakech. Tous les patients ont bénéficié d'une IRM, celle utilisée dans notre étude est une IRM Magnetom Amira Siemens 1.5 Tesla. Les paramètres étudiés ont été les suivants : hypersignal de la graisse de Hoffa, index de Caton, ratio d'Insall modifié, longueur du nez patellaire, rapport nez de la patella/longueur de la patella, type de patella, gorge trochléenne, distance TA-GT, l'inclinaison latérale de la trochlée et la profondeur de la trochlée. Ont aussi été étudiés les signes associés.

L'âge moyen de nos patients est de 32,7 ans, une légère prédominance féminine (51%). Concernant les signes cliniques, 35% des patients présentaient une douleur antéro-externe du genou, 29% avaient un syndrome méniscal externe, 24% présentaient une sensation de dérobement du genou et 12% avaient une douleur à la flexion/extension du genou. À l'IRM, 100% des patients présentaient un hypersignal de la graisse de Hoffa. D'après l'index de Caton, 40,7% des malades avaient un patella alta, et 42,6% avec le ratio d'Insall modifié. Pour les

éléments en faveur de dysplasie patellaire et trochléaire : 29,6% de nez patellaire inférieur à 9, et un rapport nez patellaire/patella inférieur à 0,25 chez 31,5% des patients. Pour les types de patella, 18,5% étaient dysplasiques et on comptait 1 patella bipartita. Pour la gorge trochléenne 25,9% étaient au-dessus de la normale ($>140^\circ$), tandis que 38,9% des patients avaient une distance TA-GT supérieur à 15mm. L'inclinaison latérale de la trochlée était pathologique chez 1,8% des patients ($<11^\circ$), alors que la profondeur de la trochlée était inférieure à 3mm chez 5,6% des patients. Pour les signes associés : 64,8% des patients présentaient une chondropathie, 66,7% avaient un épanchement articulaire, 42,6% avaient de l'arthrose fémoropatellaire, 48,1% présentaient une méniscopathie, 7,4% avaient tendinopathie, 1,9% avaient une bursite, 29,6% présentaient un œdème sous chondral et un kyste poplité a été trouvé chez 9,3% des patients.

Nos données concordent avec celles de la littérature puisque les différentes séries retrouvent le même âge moyen et une prédominance féminine. Il en est de même pour la hauteur patellaire, les facteurs de dysplasie patellaire et trochléaire ainsi que les signes associés.

L'IRM a un apport conséquent dans le diagnostic et le bilan lésionnel du syndrome fémoro-patellaire palliant les défauts des autres moyens d'imagerie et fournissant des résultats précis sur les facteurs prédictifs.

Abstract

Patellofemoral syndrome (PFS) is one of the most common diagnoses in the presence of anterior knee pain. This syndrome is currently poorly described in literature reviews: it is largely underdiagnosed and underestimated because it is misunderstood. Patellofemoral pathology is manifested by two main symptoms: patellofemoral pain and patellar instability. Commonly for clinical diagnosis, additional examinations may be requested: but standard radiography and CT have shown their limits compared to MRI.

To show the contribution of MRI in the diagnosis and lesion assessment of patellofemoral syndrome compared to standard radiography and CT and to objectify the predictive elements of patellofemoral syndrome.

This is a retrospective descriptive study, relating to a series of 49 patients, for a total of 54 knees during a period of 8 years from January 01, 2013 to December 31, 2020 carried out in the AR-RAZI Radiology department of the CHU Mohammad VI of Marrakesh. All patients underwent an MRI, the one used in our study is a Magnetom Amira Siemens 1.5 Tesla MRI. The parameters studied were as follows: Hoffa's fat hypersignal, Caton's index, modified Insall's ratio, patellar nose length, patellar nose/patellar length ratio, type of patella, trochlear groove, TA distance -GT, trochlear lateral inclination and trochlear depth. The associated signs were also studied.

The average age of our patients is 32.7 years, a clear slight female predominance (51%). For clinical signs, 35% of patients presented with antero-external knee pain, 29% had external meniscal syndrome, 24% presented with a feeling of knee slippage and 12% had knee flexion/extension pain. On MRI, 100% of patients showed hypersignal of Hoffa's fat. According to Caton's index, 40.7% of patients had patella alta, and 42.6% with the modified Insall ratio. For the elements in favor of patellar and trochlear dysplasia, we obtained: 29.6% of patellar nose less than 9, and a patellar nose/patella ratio of less than 0.25 in 31.5% of patients. For patella types,

18.5% were dysplastic and there was 1 patella bipartita. For the trochlear groove 25.9% were above normal ($>140^\circ$), while 38.9% of patients had a TA-GT distance greater than 15mm. The lateral inclination of the trochlea is pathological in 1.8% of patients ($<11^\circ$), while the depth of the trochlea is less than 3mm in 5.6% of patients. For the associated signs: 64.8% of patients had chondropathy, 66.7% had joint effusion, 42.6% had patellofemoral osteoarthritis, 48.1% had meniscopathy, 7.4% had tendinopathy, 1.9% had bursitis, 29.6% had subchondral edema, and a popliteal cyst was found in 9.3% of patients.

Our data are consistent with those of the literature since the different series find the same average age and a female predominance. Literature data on patellar height, patellar and trochlear dysplasia factors and associated signs are also consistent with the series studied.

MRI has a significant contribution to the diagnosis and lesion assessment of patellofemoral syndrome, overcoming the shortcomings of other imaging methods and providing precise results on predictive factors.

ملخص

تعد متلازمة الفخذ الرضفي (PFS) واحدة من أكثر التشخيصات شيوعاً في وجود آلام الركبة الأمامية. يتم وصف هذه المتلازمة حالياً بشكل سيئ في المراجعات الأدبيات : يتم تشخيصها بشكل أقل من اللازم والتقليل من شأنها إلى حد كبير لأنه يساء فهمها. يتجلى علم أمراض الفخذ الرضفي من خلال عرضين رئيسيين: ألم رضفة الفخذ وعدم استقرار الرضفة. بشكل شائع للتشخيص السريري، قد يتم طلب فحوصات إضافية: لكن التصوير الشعاعي القياسي والتصوير المقطعي المحوسب أظهر حدودهما مقارنة بالتصوير بالرنين المغناطيسي. لإظهار مساهمة التصوير بالرنين المغناطيسي في تشخيص وتقييم الآفات لمتلازمة الفخذ الرضفي مقارنةً بالتصوير الشعاعي القياسي والتصوير المقطعي المحوسب ولتوضيح العناصر التنبؤية لمتلازمة الفخذ الرضفي .

هذه دراسة وصفية بأثر رجعي، شملت سلسلة من 49 مريضاً، لما مجموعه 54 ركبة على مدى 8 سنوات من 01 يناير 2013 إلى 31 ديسمبر 2020، أجريت في قسم الأشعة في مستشفى محمد السادس الجامعي في مراكش. جميع المرضى تلقوا الرنين المغناطيسي، واحد المستخدم في دراستنا هو مغناطيسية أميرة سيمنز 1.5 تيسلا الرنين المغناطيسي . و كانت البارامترات التي تم دراستها: فرط سمية دهون هوفاء، ومؤشر كاتون، ونسبة إنسال معدلة، وطول أنف باتيلار، ونسبة طول الأنف/باتيلا، ونوع البتيلا، و حلق التروشلين، ومسافة أخدود الظنبوب الأمامي- أخدود تروشليه، والميل الأفقي للتروشليا، وعمق التروشليا. كما درست العلامات المرتبطة بذلك.

متوسط عمر مرضانا هو 32.7 سنة، مع غلبة طفيفة واضحة للإناث (51%). بالنسبة للعلامات السريرية، كان 35% من المرضى يعانون من آلام في الركبة الأمامية-الخارجية، و29% يعانون من متلازمة الهلالة الخارجية، و24% لديهم شعور بانزلاق الركبة و12% لديهم

آلام في ثني الركبة / تمديدها. في التصوير بالرنين المغناطيسي، أظهر 100 % من المرضى إشارة مفرطة لدهن هوف. وفقاً لمؤشر كاتون، فإن 40.7% من المرضى لديهم الرضفة ألتا، و42.6% مع معدل Insall المعدل. بالنسبة للعناصر المؤيدة لخلل التنسج الرضفي والبوكر، حصلنا على:

29.6% من الأنف الرضفي أقل من 9، ونسبة أنف الرضفة / الرضفة أقل من 0.25 في 31.5% من المرضى. بالنسبة لأنواع الرضفة، كان 18.5% يعانون من خلل التنسج و1 الرضفة ثنائية الطور. بالنسبة لأخدود البكرة، كان 25.9 % أعلى من المعدل الطبيعي (< 140 درجة)، بينما كان لدى 38.9 % من المرضى مسافة أخدود الظنبوب الأمامي - أخدود تروشليه أكبر من 15 ملم. يكون الميل الجانب تتوافق بياناتنا مع تلك الموجودة في الأدبيات لأن السلاسل المختلفة تجد نفس متوسط العمر وغلبة الإناث. تتوافق أيضاً بيانات الأدبيات المتعلقة بارتفاع الرضفة وعوامل خلل التنسج الرضفي والبوكر والعلامات المرتبطة بها مع السلسلة التي تمت دراستها.

يساهم التصوير بالرنين المغناطيسي بشكل كبير في تشخيص وتقييم آفة متلازمة الفخذ الرضفي، والتغلب على أوجه القصور في طرق التصوير الأخرى وتقديم نتائج دقيقة حول العوامل التنبؤية.

يكون الميل الجانبي للعضلة البكتيرية مرضياً في 1.8% من المرضى (أقل من 11 درجة مئوية)، بينما يكون عمق العضلة الطرفية أقل من 3 مم في 5.6% من المرضى. بالنسبة للعلامات المصاحبة: كان 64.8% من المرضى يعانون من اعتلال الغضروف، و66.7% لديهم انصباب مفصلي، و42.6% مصابين بالتهاب المفاصل الرضفي الفخذي، و48.1% يعانون من اعتلال الغضروف المفصلي، و7.4% يعانون من اعتلال الأوتار، و1.9% مصابين بالتهاب كيسي، و29.6% يعانون من وذمة تحت الغضروف، و كان الكيس المأبضي. وجدت في 9.3% من المرضى.

ANNEXES

Le rôle de l'IRM dans le diagnostic et le bilan lésionnel du syndrome fémoro-patellaire

Sexe	Age	Type patella	Insall modi (vn<1,25)	Caton (vn: 0,8-1,2)	Gorge troch (vn: 140°)	Ta-gt (vn: 10-15mm)	Np (vn:<9 mm)	Np/p (vn <0,25)	lIt (vn: > 11°)	Pt (vn>3mm)
M	31	I	2,5	1,6	138	16,8	13	0,3	13,8	7
F	29	II	2,3	1,4	156	22	6,1	0,1	17	2,9
M	35	II	2,27	1,42	132	11,5	17	0,38	27,6	10
F	30	I	2,26	0,82	128	19	7,1	0,24	21	7,8
F	30	II	2,24	1,4	122,5	16	10	0,27	25	10
M	29	II	2,23	1,1	128,7	21,7	9	0,31	21,3	7,5
F	38	I	2,21	1,26	130	12,5	11,2	0,28	24,5	7,5
F	38	III	2,2	1,4	140	18	10,6	0,29	23	6,4
F	26	II	2,17	1,24	147	18	9,4	0,28	16	7,1
F	26	I	2,15	1,3	148	18	5,1	0,18	12	7,7
M	29	II	2,1	1,1	121	9,7	14	0,35	24	9,9
M	18	I	2,02	1,36	140	19	10,9	0,38	26	7
F	29	patella	2,01	1,36	132	17,2	8,3	0,23	18	4,7

Le rôle de l'IRM dans le diagnostic et le bilan lésionnel du syndrome fémoro-patellaire

		bipartita								
F	29	II	2	1,2	119	11	8	0,23	30	8
M	21	III	2	1,2	140	16	9,1	0,2	23	8
F	17	II	2	1,3	124	11,3	1,3	0,3	35,3	9
M	37	II	2	1,2	130,4	13	15,6	0,37	25,2	9,7
M	37	I	1,98	1,3	168	16	4	0,14	11	2,6
F	29	II	1,98	1,2	130	14	9,2	0,24	20	10
F	27	II	1,97	1,1	120	14	8,3	0,23	18	7,7
F	57	III	1,96	1,1	144,2	18	10,3	0,25	19,4	8,1
M	30	II	1,94	1,2	136,2	11,6	10	0,27	18,7	5,85
F	67	II	1,93	1,15	125,8	8,7	14,1	0,34	24	6,5
F	32	II	1,93	1,21	142,6	10	15	0,37	18,8	6
M	33	III	1,9	1,1	120	22	9,5	0,25	25	9
M	22	II	1,88	1,1	146	11	11,4	0,28	14,8	6,75
F	24	II	1,86	1,8	140	18,8	6,9	0,21	19	5,4
F	17	II	1,84	1,21	116	6	11	0,28	31	9,5

Le rôle de l'IRM dans le diagnostic et le bilan lésionnel du syndrome fémoro-patellaire

F	59	III	1,8	0,9	135	12	10	0,35	18	10
M	70	II	1,72	1,22	129	13	6,8	1,73	15,6	7,2
M	32	II	1,72	1,1	131	11,2	14	0,3	27,3	7,7
F	39	II	1,7	1	134	10	9	0,25	29	6
M	32	I	1,7	0,9	133,5	15	11	0,3	21,5	9,5
M	29	III	1,68	0,95	118	9	14,8	0,37	27,45	9,5
F	28	I	1,65	0,8	138,5	9	12	0,3	24,2	6,4
M	23	I	1,63	1	120,3	14,3	8	0,2	25	10
M	31	I	1,57	1,04	134	24	11,7	0,35	28	6,8
F	29	II	1,56	0,82	132,7	9,1	11,6	0,29	35,7	7,5
M	34	II	1,33	1	145	17	10,4	0,28	15	7,1
F	18	III	1,33	1	142,7	11,5	3,3	0,9	16	4
M	59	II	1,77	1,2	134	11,1	13,9	0,3	28,1	7,8
M	18	II	1,3	0,9	130	15	10	0,5	25	6
M	24	II	2	1,3	145	16	11	1,2	14	7
M	24	III	1,5	1,3	125	14,5	12	0,3	13	5

Le rôle de l'IRM dans le diagnostic et le bilan lésionnel du syndrome fémoro-patellaire

F	23	II	1,86	1,22	115	7	11,3	0,28	32	9,7
M	34	II	1,72	0,8	133,5	16	12	0,3	22,4	9,6
M	56	III	1,72	0,89	122	10	13,8	0,34	27,6	9,3
F	27	I	1,78	0,79	141	9	14	0,38	25,1	6,7
M	21	I	1,65	1,1	120,2	14,6	8	0,23	26	11
M	33	I	1,61	1,03	135	25	11,7	0,32	29	6,9
F	30	II	1,61	0,89	132,7	9	11,3	0,31	36,1	7,5
M	37	II	1,45	1	145	18	10,3	0,3	16	7,1
F	21	III	1,35	1,2	142,7	11,6	4	0,9	17	5
F	69	II	1,94	1,17	125,8	9	13,7	0,35	22	6,3

BIBLIOGRAPHIE

1. **D. S. Hungerford Et M. Barry,**
« Biomechanics of the patellofemoral joint »,
Clin. Orthop., n° 144, p. 9-15, oct. 1979.
2. **E. Witvrouw, R. Lysens, J. Bellemans, D. Cambier, Et G. Vanderstraeten,**
« Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study »,
Am. J. Sports Med., vol. 28, no 4, p. 480-489, août 2000, doi:
10.1177/03635465000280040701.
3. **H. Collado Et M. Fredericson,**
« Patellofemoral pain syndrome »
, *Clin. Sports Med.*, vol. 29, n° 3, p. 379-398, juill. 2010, doi:
10.1016/j.csm.2010.03.012.
4. **J. P. Boucher, M. A. King, R. Lefebvre, Et A. Pépin,**
« Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome »,
Am. J. Sports Med., vol. 20, n° 5, p. 527-532, oct. 1992, doi:
10.1177/036354659202000507.
5. **P. A. Kannus,**
« Long patellar tendon: radiographic sign of patellofemoral pain syndrome--a prospective study »,
Radiology, vol. 185, n° 3, p. 859-863, déc. 1992, doi: *10.1148/radiology.185.3.1438776*.
6. **C. Faletti, N. De Stefano, G. Giudice, Et M. Larciprete,**
« Kneeimpingement syndromes »,
Eur. J. Radiol., vol. 27 Suppl 1, p. S60-69, mai 1998, doi: *10.1016/s0720-048x(98)00044-8*.
7. **B. Maurel ,**
« [Infrapatellar fat pad: anterior crossroads of the knee] »,
J. Radiol., vol. 91, n° 9 Pt 1, p. 841-855, sept. 2010, doi: *10.1016/s0221-0363(10)70127-x*.

8. **S. Werner,**
« Anterior knee pain: an update of physical therapy »,
Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. Off. J. ESSKA, vol. 22, n° 10, p. 2286-2294, oct. 2014, doi: 10.1007/s00167-014-3150-y.

9. **N. Shabshin, M. E. Schweitzer, Et W. B. Morrison,**
« Quadriceps fat pad edema: significance on magnetic resonance images of the knee »,
Skeletal Radiol., vol. 35, no 5, p. 269-274, mai 2006, doi: 10.1007/s00256-005-0043-7.

10. **B. Barbier-Brion,**
« Imagerie par résonance magnétique du syndrome de friction fémoro-patellaire latéral : étude prospective cas-témoins »,
J. Radiol. Diagn. Interv., vol. 93, n° 3, p. 183-195, mars 2012, doi: 10.1016/j.jradio.2011.12.007.

11. **A. P. Davies, M. L. Costa, L. Shepstone, M. M. Glasgow, S. Donell, Et S. T. Donnell,**
« The sulcus angle and malalignment of the extensor mechanism of the knee »,
J. Bone Joint Surg. Br., vol. 82, no 8, p. 1162-1166, nov. 2000, doi: 10.1302/0301-620x.82b8.10833.

12. **M. Inoue, K. Shino, H. Hirose, S. Horibe, Et K. Ono,**
« Subluxation of the patella. Computed tomography analysis of patellofemoral congruence »,
J. Bone Joint Surg. Am., vol. 70, no 9, p. 1331-1337, oct. 1988.

13. **G. Diederichs, A. S. Issever, Et S. Scheffler,**
« MR imaging of patellar instability: injury patterns and assessment of risk factors »,
Radiogr. Rev. Publ. Radiol. Soc. N. Am. Inc, vol. 30, no 4, p. 961-981, août 2010, doi: 10.1148/rg.304095755.

14. **C. B. Chung, A. Skaf, B. Roger, J. Campos, X. Stump, Et D. Resnick,**
« Patellar tendon-lateral femoral condyle friction syndrome: MR imaging in 42 patients »,
Skeletal Radiol., vol. 30, no 12, p. 694-697, déc. 2001, doi: 10.1007/s002560100409.

15. **A. Chhabra, T. K. Subhawong, Et J. A. Carrino,**
« A systematised MRI approach to evaluating the patellofemoral joint »,
Skeletal Radiol., vol. 40, no 4, p. 375-387, avr. 2011, doi: 10.1007/s00256-010-0909-1.

16. **T. Ap, C. J, S. L, Et D. St,**
« Imaging the femoral sulcus with ultrasound, CT, and MRI: reliability and generalizability in patients with patellar instability »,
Skeletal Radiol., vol. 38, no 4, avr. 2009, doi: 10.1007/s00256-008-0639-9.

17. **D. Saddik, E. G. McNally, Et M. Richardson,**
« MRI of Hoffa's fat pad »,
Skeletal Radiol., vol. 33, no 8, p. 433-444, août 2004, doi: 10.1007/s00256-003-0724-z.

18. **Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C.**
Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 1994;2(1):19-26.

19. **J. S. Escala, J. M. Mellado, M. Olona, J. Giné, A. Saurí, Et P. Neyret,**
« Objective patellar instability: MR-based quantitative assessment of potentially associated anatomical features »,
Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc., vol. 14, no 3, p. 264-272, mars 2006, doi: 10.1007/s00167-005-0668-z.

20. **G. Wiberg,**
« Roentgenographs and Anatomic Studies on the Femoropatellar Joint: With Special Reference to Chondromalacia Patellae »,
Acta Orthop. Scand., vol. 12, no 1-4, p. 319-410, janv. 1941, doi: 10.3109/17453674108988818.

21. **Wittstein Jr, Bartlett Ec, Easterbrook J, Byrd Jc.**
Magnetic resonance imaging evaluation of patellofemoral malalignment.
Arthroscopy 2006; 22: 643-9. doi: 10.1016/j.arthro.2006.03.005 ».

22. **Carrillon Y, Abidi H, Dejour D, Fantino O, Moyen B, Tran-Minh Va.**
Patellar instability: assessment on MR images by measuring the lateral trochlear inclination initial experience.
Radiology 2000;216(2):582—5.

23. **Elias Da, White Lm.**
Imaging of patellofemoral disorders.
Clin Radiol 2004; 59: 543-57. doi: 10.1016/j.crad.2004.01.004 .
24. **Pfirschmann Cw, Zanetti M, Romero J, Hodler J.**
Femoral trochlear dysplasia: MR findings.
Radiology 2000; 216: 858-64. doi: 10.1148/radiology.216.3.r00se38858 .
25. **S. Ward Casscells,**
« Outerbridge's Ridges Arthroscopy
The Journal of Arthroscopic and Related Surgery 6(4):253 ».
26. **Outerbridge RE.**
The etiology of chondromalacia patellae.
J Bone Joint Surg (Br) 1971;43:752-7 .
27. **M. Skalski,**
« Case courtesy of Dr Matt Skalski,
Radiopaedia.org, rID: 43787 ».
28. **Stoller Dw, Martin C, Crues Jv, Kaplan L, Mink Jh.**
Meniscal tears: pathologic correlation with MR imaging.
Radiology 1987;163:731-5.
29. **Kamina P.**
Ostéologie des membres
1991.
30. **Shih Yf, Bull Am, Amis Aa.**
The cartilaginous and osseous geometry of the femoral trochlear groove.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2004 Jul;12(4):300-6.
31. **Penetrat E.**
Etude bibliographique du syndrome fémoro-patellaire. Intérêt de l'isocinétisme dans ce cadre nosologique à propos d'une série de 29 patients.
Nancy: UHP Nancy 1; 2001. »

32. **Shahabpour M, Demaeseneer M, David P, Deridder F, Stadnick T.**
Anatomie normale du genou en imagerie par résonance magnétique.
In: SAS E, ed. EMC – Radiodiagnostic–Squelette normal–Neuroradiologie–Appareil locomoteur. Paris 2005.
33. **Hallisey Mj, Doherty N, Bennett Wf, Fulkerson Jp.**
Anatomy of the junction of the vastus lateralis tendon and the patella.
The Journal of bone and joint surgery. 1987 Apr;69(4):545–9. »
34. **Coursimault B, Villeminot J, Slimani S.**
La gonarthrose ou arthrose du genou.
2010.
35. **Feller Ja, Amis Aa, Andrish Jt, Arendt Ea, Erasmus Pj, Powers Cm.**
Surgical biomechanics of the patellofemoral joint.
Arthroscopy. 2007 May;23(5):542–53.
36. **Conlan T, Garth Wp, Jr., Lemons Je.**
Evaluation of the medial soft-tissue restraints of the extensor mechanism of the knee.
The Journal of bone and joint surgery. 1993 May;75(5):682–93.
37. **Hautamaa PV, Fithian DC, Kaufman KR, Daniel DM, Pohlmeier AM.**
Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair.
Clinical orthopaedics and related research. 1998 Apr(349):174–82.
38. **Nomura E, Inoue M, Osada N.**
Anatomical analysis of the medial patellofemoral ligament of the knee, especially the femoral attachment.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2005 Oct;13(7):510–5.
39. **Starok M, Lenchik L, Trudell D, Resnick D.**
Normal patellar retinaculum: MR and sonographic imaging with cadaveric correlation.
Ajr. 1997 Jun;168(6):1493–9.

40. **Aitsiselmi T, Neyret P, Rongieras F, Caton J.**
Ruptures de l'appareil extenseur du genou et fractures de rotule.
EMC- Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie. Paris 1999.
41. **Gressamer RM, J.**
The patella: A team approach.
Aspen 1998.
42. **Williams PW, R.**
Gray's anatomy.
Philadelphia: Saunders, WB 1980.
43. **Shim Ss, Leung G.**
Blood supply of the knee joint. A microangiographic study in children and adults. Clinical orthopaedics and related research. 1986 Jul(208):119-25.
44. **Waryasz GR, Mcdermott AY.**
Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors.
Dyn Med. 2008;7:9. »
45. **Biedert Rm, Sanchis-Alfonso V.**
Sources of anterior knee pain.
Clinics in sports medicine. 2002 Jul;21(3):335-47, vii.
46. **Eckhoff Dg, Montgomery Wk, Stamm Er, Kilcoyne Rf.**
Location of the femoral sulcus in the osteoarthritic knee.
The Journal of arthroplasty. 1996 Feb;11(2):163-5.
47. **Asano T, Akagi M, Koike K, Nakamura T.**
In vivo three-dimensional patellar tracking on the femur.
Clinical orthopaedics and related research. 2003 Aug(413):222-32.
48. **Staubli Hu, Durrenmatt U, Porcellini B, Rauschnig W.**
Anatomy and surface geometry of the patellofemoral joint in the axial plane.
J Bone Joint Surg Br. 1999 May;81(3):452-8. »

49. **Desio Sm, Burks Rt, Bachus Kn.**
Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee.
The American journal of sports medicine. 1998 Jan-Feb;26(1):59-65.
50. **Powers Cm, Chen Yj, Farrokhi S, Lee Tq.**
Role of peripatellar retinaculum in transmission of forces within the extensor mechanism.
The Journal of bone and joint surgery. 2006 Sep;88(9):2042-8.
51. **Mcginty G, Irrgang J.**
Anatomy and Biomechanics of the Knee-Extensor Mechanism.
Human Kinetics. 2000;5(5):6-11.
52. **Green S.**
Syndrome fémoropatellaire: prise en charge clinique.
EMC Kinésithérapie. 2005:101-11.
53. **Tria AP, RC. Alicea, JA.**
Conservative care for the patellofemoral pain.
The Orthopedic clinics of North America. 1992;23:545-53.
54. **Lee TQ, Yang BY, Sandusky MD, McMahon PJ.**
The effects of tibial rotation on the patellofemoral joint: assessment of the changes in in situ strain in the peripatellar retinaculum and the patellofemoral contact pressures and areas.
Journal of rehabilitation research and development. 2001 Sep-Oct;38(5):463-9.
55. **Kaufer H.**
Mechanical function of the patella.
The Journal of bone and joint surgery. 1971 Dec;53(8):1551-60.
56. **Post Wr, Teitge R, Amis A.**
Patellofemoral malalignment: looking beyond the viewbox.
Clinics in sports medicine. 2002 Jul;21(3):521-46, x.

57. **Dejour.**
Dysplasie du quadriceps et bascule rotulienne dans l'instabilité rotulienne objective.
RevChirOrthopReparatrice ApparMot. 1995;81(6):497-504.
58. **Post WR.**
Anterior knee pain: diagnosis and treatment.
The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2005 Dec;13(8):534-43.
59. **Hammer W.**
Functional soft tissue examination and treatment by manual methods.
Aspen 1999.
60. **Thabit G, 3rd, Micheli LJ.**
Patellofemoral pain in the pediatric patient.
The Orthopedic clinics of North America. 1992 Oct;23(4):567-85.
61. **Chaitow L.**
Clinical application of neuromuscular techniques: the lower body.
Edinburgh 2002.
62. **Tindel NI, Nisonson B.**
The plica syndrome.
The Orthopedic clinics of North America. 1992 Oct;23(4):613-8.
63. **Brechter JH.**
Patellofemoral stress during walking in persons with and without patellofemoral pain.
Medicine and science in sports and exercise. 2002:1582-93.
64. **Besier Tf, Fredericson M, Gold Ge, Beaupre Gs, Delp SI.**
Knee muscle forces during walking and running in patellofemoral pain patients and pain-free controls.
Journal of biomechanics. 2009 May 11;42(7):898-905.

65. **Powers Cm, Lilley Jc, Lee Tq.**
The effects of axial and multi-plane loading of the extensor mechanism on the patellofemoral joint.
Clinical biomechanics (Bristol, Avon). 1998 Dec;13(8):616-24.
66. **Fujikawa K, Seedhom Bb, Wright V.**
Biomechanics of the patello-femoral joint. Part I: A study of the contact and the congruity of the patello-femoral compartment and movement of the patella.
Engineering in medicine. 1983 Jan;12(1):3-11.
67. **Steinkamp La, Dillingham Mf, Markel Md, Hill Ja, Kaufman Kr.**
Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation.
The American journal of sports medicine. 1993 May-Jun;21(3):438-44.
68. **Farahmand F, Senavongse W, Amis Aa.**
Quantitative study of the quadriceps muscles and trochlear groove geometry related to instability of the patellofemoral joint.
J Orthop Res. 1998 Jan;16(1):136-43.
69. **Eilert RE.**
Dysplasia of the patellofemoral joint in children.
The American journal of knee surgery. 1999 Spring;12(2):114-9.
70. **Grelsamer Rp, Klein Jr.**
The biomechanics of the patellofemoral joint.
The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 1998 Nov;28(5):286-98.
71. **Lee Tq, Anzel Sh, Bennett Ka, Pang D, Kim Wc.**
The influence of fixed rotational deformities of the femur on the patellofemoral contact pressures in human cadaver knees.
Clinical orthopaedics and related research. 1994 May(302):69-74.
72. **Insall J.**
"Chondromalacia patellae": patellar malalignment syndrome.
The Orthopedic clinics of North America. 1979 Jan;10(1):117-27.

73. **Powers Cm, Maffucci R, Hampton S.**
Rearfoot posture in subjects with patellofemoral pain.
The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 1995 Oct;22(4):155–60.
74. **Dejour H, Walch G, Neyret P, Adeleine P.**
Dysplasia of the femoral trochlea.
Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur. 1990;76(1):45–54.
75. **Eckhoff Dg, Brown Aw, Kilcoyne Rf, Stamm Er.**
Knee version associated with anterior knee pain.
Clinical orthopaedics and related research. 1997 Jun(339):152–5.
76. **Seringe R.**
Dysplasies et luxations congénitales de hanche.
In: SAS E, ed. EMC– Appareil locomoteur. Paris 1999.
77. **Ward Sr, Terk Mr, Powers Cm.**
Patella alta: association with patellofemoral alignment and changes in contact area during weight-bearing.
The Journal of bone and joint surgery. 2007 Aug;89(8):1749–55.
78. **Holmes Sw, Jr., Clancy Wg, Jr.**
Clinical classification of patellofemoral pain and dysfunction.
The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 1998 Nov;28(5):299– 306.
79. **Papagelopoulos Pj, Sim Fh.**
Patellofemoral pain syndrome: diagnosis and management.
Orthopedics. 1997 Feb;20(2):148–57; quiz 58–9.
80. **LaPrade J, Culham E.**
Radiographic measures in subjects who are asymptomatic and subjects with patellofemoral pain syndrome.
Clinical orthopaedics and related research. 2003 Sep(414):172–82.

81. **McConnell J.**
The physical therapist's approach to patellofemoral disorders.
Clinics in sports medicine. 2002 Jul;21(3):363-87.
82. **Rochcongar P.**
Evaluation isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en médecine du sport: revue de la littérature.
Annales de réadaptation et médecine physique. 2004;47:274-81.
83. **McConnell J.**
Rehabilitation and nonoperative treatment of patellar instability.
Sports medicine and arthroscopy review. 2007 Jun;15(2):95-104.
84. **Amis AA.**
Current concepts on anatomy and biomechanics of patellar stability.
Sports medicine and arthroscopy review. 2007 Jun;15(2):48-56.
85. **Syme G, Rowe P, Martin D, Daly G.**
Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening.
Manual therapy. 2008 Apr 22.
86. **McConnell J.**
The management of chondromalacia patellae. A long term solution.
Australian Journal of Physiotherapy. 1986;32:215-23.
87. **Powers CM, Ward SR, Fredericson M, Guillet M, Shellock FG.**
Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study.
The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2003 Nov;33(11):677-85.
88. **Piva SR, Goodnite EA, Childs JD.**
Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome.
The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2005 Dec;35(12):793-801.

89. **Claiborne TI, Armstrong Cw, Gandhi V, Pincivero Dm.**
Relationship between hip and knee strength and knee valgus during a single leg squat.
J Appl Biomech. 2006 Feb;22(1):41–50.
90. **Ireland MI, Willson Jd, Ballantyne Bt, Davis Im.**
Hip strength in females with and without patellofemoral pain.
The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2003 Nov;33(11):671–6.
91. **Powers CM.**
The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective.
The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2003 Nov;33(11):639–46.
92. **Fredericson M.**
Physical examination and Patellofemoral Pain Syndrome.
am j Phys Med Rehabil. 2006;85:234–43.
93. **Callaghan MJ, Selfe J, Mchenry A, Oldham JA.**
Effects of patellar taping on knee joint proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome.
Manual therapy. 2008 Jun;13(3):192–9.
94. **Nadeau S, Gravel D, Hébert Lj, Arsenault Ab, Lepage Y.**
Gait study of patients with patellofemoral pain syndrome.
Gait & posture. 1997;5(1):21–7.
95. **Dillon Pz, Updyke Wf, Allen Wc.**
Gait analysis with reference to chondromalacia patellae.
The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 1983;5(3):127–31.
96. **Powers CM, Landel R, Sosnick T, Kirby J, Mengel K, Cheney A, Et Al.**
The effects of patellar taping on stride characteristics and joint motion in subjects with patellofemoral pain.
The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 1997 Dec;26(6):286–91.

97. **Cook Tm, Farrell Kp, Carey Ia, Gibbs Jm, Wiger Ge.**
Effects of restricted knee flexion and walking speed on the vertical ground reaction force during gait.
The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 1997 Apr;25(4):236-44.
98. **Goodfellow J, Hungerford Ds, Zindel M.**
Patello-femoral joint mechanics and pathology.
1. *Functional anatomy of the patello-femoral joint. J Bone Joint Surg Br.* 1976 Aug;58(3):287-90.
99. **Matthews Ls, Sonstegard Da, Henke Ja.**
Load bearing characteristics of the patello- femoral joint.
Acta orthopaedica Scandinavica. 1977;48(5):511-6.
100. **Fulkerson JP.**
Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain.
The American journal of sports medicine. 2002 May-Jun;30(3):447-56.
101. **Huberti Hh, Hayes Wc, Stone Jl, Shybut Gt.**
Force ratios in the quadriceps tendon and ligamentum patellae.
J Orthop Res. 1984;2(1):49-54.
102. **Huberti Hh, Hayes Wc.**
Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact.
The Journal of bone and joint surgery. 1984 Jun;66(5):715-24.
103. **Reischl Sf, Powers Cm, Rao S, Perry J.**
Relationship between foot pronation and rotation of the tibia and femur during walking.
Foot & ankle international / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society. 1999 Aug;20(8):513-20.
104. **Conley S, Rosenberg A, Crowninshield R.**
The female knee: anatomic variations.
The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2007;15 Suppl 1:S31-6.

105. **Wojtys Em, Huston Lj, Schock Hj, Boylan Jp, Ashton-Miller Ja.**
Gender differences in muscular protection of the knee in torsion in size-matched athletes.
The Journal of bone and joint surgery. 2003 May;85-A(5):782-9.
106. **Besier Tf, Gold Ge, Beaupre Gs, Delp Sl.**
A modeling framework to estimate patellofemoral joint cartilage stress in vivo. ç
Medicine and science in sports and exercise. 2005 Nov;37(11):1924-30.
107. **Kettunen Ja, Visuri T, Harilainen A, Sandelin J, Kujala Um.**
Primary cartilage lesions and outcome among subjects with patellofemoral pain syndrome.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2005 Mar;13(2):131-4.
108. **Schneider U, Breusch Sj, Thomsen M, Wenz W, Graf J, Niethard Fu.**
A new concept in the treatment of anterior knee pain: patellar hypertension syndrome.
Orthopedics. 2000 Jun;23(6):581-6.
109. **Miltner O, Siebert Ch, Schneider U, Niethard Fu, Graf J.**
Patellar hypertension syndrome in adolescence: a three-year follow up.
Archives of orthopaedic and trauma surgery. 2003 Nov;123(9):455-9.
110. **Setton La, Zhu W, Mow Vc.**
The biphasic poroviscoelastic behavior of articular cartilage: role of the surface zone in governing the compressive behavior.
Journal of biomechanics. 1993 Apr-May;26(4-5):581-92.
111. **Hunter W.**
Of the structure and disease of articulating cartilages.
1743. *Clinical orthopaedics and related research.* 1995 Aug(317):3-6.
112. **Zimmerman Nb, Smith Dg, Pottenger La, Cooperman Dr.**
Mechanical disruption of human patellar cartilage by repetitive loading in vitro.
Clinical orthopaedics and related research. 1988 Apr(229):302-7.

113. **Biedert Rm, Stauffer E, Friederich Nf.**
Occurrence of free nerve endings in the soft tissue of the knee joint.
A histologic investigation. The American journal of sports medicine. 1992 Jul-Aug;20(4):430-3. »
114. **Dye Sf, Vaupel Gl, Dye Cc.**
Conscious neurosensory mapping of the internal structures of the human knee without intraarticular anesthesia.
The American journal of sports medicine. 1998 Nov-Dec;26(6):773-7.
115. **Kujala Um, Jaakkola Lh, Koskinen Sk, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O.**
Scoring of patellofemoral disorders.
Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 1993;9(2):159-63.
116. **Crossley Km, Bennell Kl, Cowan Sm, Green S.**
Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid?
Archives of physical medicine and rehabilitation. 2004;85(5):815-22.
117. **Doré J, Dubois B.**
Les douleurs antérieures du genou.
Le Médecin du Quebec. 2003;38(7):65-72.
118. **Brukner P.**
Anterior knee pain.
Australian family physician. 1996 Jun;25(6):908-11; 14.
119. **Haim A, Yaniv M, Dekel S, Amir H.**
Patellofemoral pain syndrome: validity of clinical and radiological features.
Clinical orthopaedics and related research. 2006 Oct;451:223-8.
120. **C. Labella,**
« Patellofemoral pain syndrome: evaluation and treatment »,
Prim. Care Clin. Off. Pract., vol. 31, no 4, p. 977-1003, déc. 2004,
doi:10.1016/j.pop.2004.07.006.

121. **Fulkerson J.**
Disorders of the patellofemoral joint.
3rd edition. Baltimore (MD): Williams & Wilkins; 1997.
122. **Murray Tf, Dupont Jy, Fulkerson Jp.**
Axial and lateral radiographs in evaluating patellofemoral malalignment.
J Sports Med 1999;27(5):580-4.
123. **Staeubli Hu, Bosshard C, Porcellini P, Rauschning W.**
Magnetic resonance imaging for articular cartilage: cartilage–bone mismatch.
Clin Sports Med 2002;21(3):417-33.
124. **Conway WF, Hayes CW, Loughran T, Totty WG, Griffeth LK, El-Khoury GY, Et Al.**
Cross–sectional imaging of the patellofemoral joint and surrounding structures.
Radiographics. 1991;11(2):195-217.
125. **Mcnally EG, Ostlere SJ, Pal C, Phillips A, Reid H, Dodd C.**
Assessment of patellar maltracking using combined static and dynamic MRI.
Eur Radiol. 2000;10(7):1051-5.
126. **Balcarek P, Jung K, Frosch Kh, Stürmer Km.**
Value of the tibial tuberosity–trochlear groove distance in patellar instability in the young athlete.
Am J Sports Med 2011; 39: 1756-62. doi: 10.1177/0363546511404883.
127. **Saudan M, Fritschy D.**
AT–TG (anterior tuberosity–trochlear groove): interobserver variability in CT measurements in subjects with patellar instability.
Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 2000; 86: 250-5.
128. **Hinckel BB, Gobbi RG, Filho EN, Pécora JR, Camanho GL, Rodrigues MB, Et Al. .**
Are the osseous and tendinous–cartilaginous tibial tuberosity–trochlear groove distances the same on CT and MRI?
Skeletal Radiol 2015; 44: 1085-93. doi: 10.1007/s00256-015-2118-4 .

129. **A. Gulati, C. Mcelrath, V. Wadhwa, J. P. Shah, Et A. Chhabra,**
« Current clinical, radiological and treatment perspectives of patellofemoral pain syndrome »,
Br. J. Radiol., vol. 91, no 1086, p. 20170456, juin 2018, doi: 10.1259/bjr.20170456.
130. **Witonski D.**
Anterior knee pain syndrome.
Int Orthop 1999;23:341-4.
131. **Witonski D, Goraj B.**
Patellar motion analyzed by kinematic and dynamic axial magnetic resonance imaging in patients with anterior knee pain syndrome.
Arch Orthop Trauma Surg 1999;119(1-2):46-9.
132. **Patel Dr, Nelson TI.**
Sports injuries in adolescents.
Med Clin N Am 2000;84(4):983-1007.
133. **Dehaven Ke, Lintner Dm.**
Athletic injuries: comparison by age, sport and gender.
Am J Sports Med 1986;14(3):218-24.
134. **A. A. A. Baz, K. M. El Shantely, T. A. Hassan, S. G. Mohamed, Et S. I. Sakr,**
« Role of magnetic resonance imaging in the evaluation of the anterior knee pain »,
Egypt. J. Radiol. Nucl. Med., vol. 50, no 1, p. 109, déc. 2019, doi: 10.1186/s43055-019-0098-4.
135. **Johnson LL, Van Dyk GE, Green JR, Pittsley AW, Bays B, Gully SM, Et Al.**
Clinical assessment of asymptomatic knees: Comparison of men and women.
Arthroscopy 1998;14: 347-59.
136. **Messier Sp, Davis Se, Curl Ww, Lowery Rb, Pack Rj.**
Etiologic factors associated with patellofemoral pain in runners.
Med Sci Sports Exerc 1991;23(9):1008-15.

137. **Bennett W, Doherty N, Hallisey M, Fulkerson J.**
Insertion orientation of terminal vastus lateralis obliquus and vastus medialis obliquus muscle fibers in human knees.
Clin Anat 1993;6:129-34.
138. **Csintalan RP, Schulz MM, Woo J, McMahon PJ, Lee TQ.**
Gender differences in patellofemoral joint biomechanics.
Clin Orthop 2002;(402):260-9.
139. **Douchette Sa, Goble Em.**
The effect of exercise on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome.
Am J Sports Med 1992;20:434-40.
140. **Insall J, Salvati E.**
Patella position in the normal knee joint.
Radiology 1971;101(1):101-4.
141. **Grelsamer Rp, Meadows S.**
The modified Insall-Salvati ratio for assessment of patellar height.
Clin Orthop Relat Res 1992;282:170-6.
142. **Caton J.**
Method of measuring the height of the patella.
Acta Orthop Belg 1989;55(3):385-6.
143. **Neyret P, Robinson Ah, Le Coultre B, Lapra C, Chambat P.**
Patellar tendon length—the factor in patellar instability?
Knee 2002;9(1):3-6. »
144. **Subhawong Tk, Eng J, Carrino Ja, Chhabra A.**
Superolateral Hoffa's fat pad edema.
AJR Am J Roentgenol 2010;195(6):1373-6.

145. **H. S. Fahmy, N. H. Khater, N. M. Nasef, Et N. M. Nasef,**
« Role of MRI in assessment of patello-femoral derangement in patients with anterior knee pain »,
Egypt. J. Radiol. Nucl. Med., vol. 47, no 4, p. 1485-1492, déc. 2016, doi:
10.1016/j.ejrn.2016.07.020.
146. **Miller Tt, Staron Rb, Feldman F**
Patellar height on sagittal MR imaging of the knee.
AJR Am J Roentgenol (1996) 167:339-341 .
147. **Elias Da, White Lm, Fithian Dc**
Acute lateral patellar dislocation at MR imaging: injury patterns of medial patellar soft-tissue restraints and osteochondral injuries of the inferomedial patella.
Radiology(2002) 225:736-743 .
148. **Resnick D, Kang Sk, Pretterkleiber Ml.**
Internal derangements of joints.
2nd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier;Chapter 25: Knee. 2007. p.1561-2011.
149. **Stefancin Jj, Parker Rd.**
First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review.
Clin Orthop Relat Res 2007;455:93-101.
150. **R. C. Heng Et C. S. Haw,**
« Patello-femoral pain syndrome »,
p. 11.
151. **Grelsamer Rp, Proctor Cs, Bazos An.**
Evaluation of patellar shape in the sagittal plane. A clinical analysis.
Am J Sports Med(1994) 22:61-66
152. **Guilbert S.**
Étude comparative des anomalies morphologiques rencontrées dans la pathologie fémoro-patellaire en IRM en séquence volumique : à propos de 112 cas (medical).
Lille, 2000.

153. **Guilbert S, Defaut E, Cotten A, Gougeon F.**
MRI analysis in the sagittal plane of the trochlear bump.
Helsinki: EFORT; 2003.
154. **Dejour D, Le Coultre B**
Osteotomies in patello-femoral instabilities.
Sports Med Arthrosc(2007) 15:39-46 ».
155. **Patricia MS, Marcelo SS, Marcelo GS, Et Al.**
Patellofemoral instability: evaluation by magnetic resonance imaging.
Revista Brasileira de Ortopedia 2013;48(2):159-64.
156. **Laurin Ca, Levesque Hp, Dussault R, Labelle H, Peides Jp**
The abnormal lateral patellofemoral angle: a diagnostic roentgenographic sign of recurrent patellar subluxation.
J Bone Joint Surg (1978)Am 60:55-60 .
157. **Muhle C, Brossmann J, Helle M**
Kinematic CT and MR imaging of the patellofemoral joint.
Eur Radiol (1999) 9:508-518 .
158. **Spritzer CE**
“Slip sliding Away”: patellofemoral dislocation and tracking.
Magn Reson Imaging Clin N (2000)Am 8:299-320 .
159. **Staubli Hu, Bosshard C, Porcellini B, Rauschning W**
Magnetic resonance imaging for articular cartilage: cartilage-bone mismatch.
Clin Sports Med (2002) 21(3): 417-433 .
160. **Ward Sr, Shellock Fg, Terk Mr, Salsich Gb, Powers Cm**
Assessment of patellofemoral relationships using kinematic MRI: comparison between qualitative and quantitative methods.
J Magn Reson Imaging(2002) 16:69-74 .

161. **Fucentese SF, Von Roll A, Koch PP, Epari DR, Fuchs B, Schottle PB.**
The patella morphology in trochlear dysplasia—a comparative MRI study.
Knee. 2006;13:145–50.
162. **Barnett A, Prentice M, Mandalia V, Wakeley C, Eldridge J.**
Patellar height measurement in trochlear dysplasia.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2009;17:1412–5.
163. **Keser S, Savranlar A, Bayar A, Ege A, Turhan E.**
Is there a relationship between anterior knee pain and femoral trochlear dysplasia?
Assessment of lateral trochlear inclination by magnetic resonance imaging.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2008;16:911–5.
164. **Salzmann G, Weber T, Spang J, Imhoff A, Schöttle P.**
Comparison of native axial radiographs with axial MR imaging for determination of the trochlear morphology in patients with trochlear dysplasia.
Arch Orthop Trauma Surg 2010;130:335– 40.
165. **Biedert Rm, Gruhl C.**
Axial computed tomography of the patellofemoral joint with and without quadriceps contraction.
Arch Orthop Trauma Surg. 1997;116:77–82.
166. **Van Huyssteen Al, Hendrix Mrg, Barnett Aj, Wakeley Cj, Eldridge Jdj.**
Cartilage–bone mismatch in the dysplastic trochlea: an MRI study.
J Bone Joint Surg Br. 2006;88-B:688–91.
167. **Wittstein Jr, O'brien Sd, Vinson En, Garrett Jr We.**
MRI evaluation of anterior knee pain: predicting response to nonoperative treatment.
Skeletal Radiol 2009;38(9):895—901.
168. **Berrutto M, Ferrua P, Carimati G, Et Al.**
Patello–femoral instability: classification and imaging.
Joints 2013;1(2):7–13.

169. **Tsujimoto K, Kurosaka M, Yoshiya S, Mizuno K.**
Radiographic and computed tomographic analysis of the position of the tibial tubercle in recurrent dislocation and subluxation of the patella.
Am J Knee Surg. 2000;13:83-8.
170. **Shakespeare D, Fick D.**
Patellar instability—can the TT-TG distance be measured clinically?
Knee. 2005;12:201-4.
171. **Peers Khe, Lysens Rjj.**
Patellar tendinopathy in athletes: current diagnostic and therapeutic recommendations.
Sports Med. 2005;35:71-87.
172. **Emami M, Ghahramani M, Abdinejad F, Namazi H.**
Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain.
Arch Iran Med. 2007;10:24-6.
173. **Hungerford Ds, Barry M.**
Biomechanics of the patellofemoral joint.
Clin OrthopRelat Res 1979;(144):9-15.
174. **B. Dirim Mete, M. GURSOY, Et H. KOCYIGIT,**
« Magnetic Resonance Imaging of the Patellofemoral Joint », *TürkiyeFiz. Tip VeRehabil. Derg.*, vol. 61, no 3, p. 261-271, sept. 2015, doi: 10.5152/tftrd.2015.83788.
175. **Grelsamer RP**
Patellar nomenclature: the tower of babel revisited.
Clin OrthopRelat Res (2005)436:60-65 .
176. **Mccaulay RT, Recht MP, Disler DG.**
Clinical imaging of articular cartilage in the knee.
Sem Musc Skel Rad 2001;5:293-304.

177. Peterfy Cg, Schneider E, Nevitt M.

The osteoarthritis initiative: report on the design rationale for the magnetic resonance imaging protocol for the knee.

Osteoarthritis Cartilage 2008;16:1433-41.

178. Hayes Ch, Conway Wf.

Evaluation of articular cartilage: radiographic and cross-sectional imaging techniques.

Radiographics 1992;12:409-28.

179. Shabshin N, Schweitzer Me, Morrison Wb, Parker L.

MRI criteria for patella alta and baja.

Skeletal Radiol 2004; 33: 445-50. doi: 10.1007/s00256-004-0794-6.

180. Mattila VM

Sensitivity of MRI for articular cartilage lesions of the patellae.

Scand J Surg SJS (2012)101:56-61.

181. McNally G

Imaging assessment of anterior knee pain and patellar maltracking.

SkeletRadiol(2001) 30:484-495 .

قسم الطبيب

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف والأحوال

بأدب ولا وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كراماتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، مسخرا كل رعايتي

الطبية للقريب والبعيد، للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم المسخر لنفع الإنسان .. لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرني، وأكون أخا لكل زميل

في المهنة الطبية متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلايتي،

نقية مما يشينها تجاه الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيدا

أطروحة رق م 051

سنة 2022

دور التصوير بالرنين المغناطيسي في تشخيص وتقييم الآفات لمتلازمة الفخذ الرضفي

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2022/03/10
من طرف

السيد أمين لعلو

المزداد في 04 مارس 1996 بمراكش

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

التصوير بالرنين المغناطيسي - متلازمة الفخذ الرضفي - آلام الركبة

اللجنة

الرئيس

ر. شفيق

السيد

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

المشرفة

م. والي إدريسي

السيدة

أستاذة في الفحص بالأشعة

الحكم

م. عثمان

السيد

أستاذ في الفحص بالأشعة

