

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année : 2024

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Évaluation en IRM du tendon distal du muscle semi-membraneux
chez des patients ayant une fissure méniscale médiale
dégénérative.**

Présentée et soutenue publiquement le 26 septembre 2024 à 14 heures
au Pôle Recherche
par **Charles DAMERY**

JURY

Président :

Madame le Professeur Anne COTTEN

Assesseurs :

Madame le Docteur Clémence PARSY

Monsieur le Docteur Joseph MARSEILLE

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Sammy BADR

AVERTISSEMENT

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

LISTE DES ABREVIATIONS

DP	Densité de Proton
IC	Intervalle de Confiance
IRM	Imagerie par Résonnance Magnétique
LCM	Ligament Collatéral Médial
LOP	Ligament Oblique Postérieur
LPO	Ligament Poplité Oblique
OR	Odds Ratio
SMT	Tendon distal du muscle Semi-Membraneux

SOMMAIRE

AVERTISSEMENT	VIII
LISTE DES ABREVIATIONS	IX
SOMMAIRE	XI
RESUME	1
INTRODUCTION	3
1) Rappels anatomiques	4
1. Insertions du tendon distal du muscle semi-membraneux	4
2. Bourses péri-tendineuses	7
3. Biomécanique	8
2) Exploration en imagerie	11
1. Échographie	11
2. IRM	14
3) Pathologies du SMT	24
1. Pathologies aiguës	25
2. Pathologies chroniques	25
3. Examen clinique	26
4. Facteurs anatomiques prédisposants	27
4) Rationnel de l'étude	33
MATERIEL ET METHODES	35
1) Considérations éthiques	35
2) Population étudiée	35
3) Acquisition IRM	36

4) Analyse des images	36
1. Analyse du tendon distal du muscle semi-membraneux	36
2. Analyse du ménisque médial	44
3. Autres informations IRM recueillies	46
5) Analyse statistique	46
RESULTATS	48
1) Données démographiques	48
1. Diagramme de flux	48
2. Paramètres démographiques	49
2) Évaluation IRM	50
1. Aspect du SMT en IRM	50
2. Autres éléments morphologiques en IRM	52
3) Association avec les fissures du ménisque médial	54
1. Analyse univariée	54
2. Analyse multivariée	54
4) Prédiction d'une fissure du ménisque médial	56
1. Analyse univariée	56
2. Analyse multivariée	56
DISCUSSION	58
1) Résultats principaux	58
1. Une prévalence élevée de tendinopathie du SMT	58
2. L'absence de fissure méniscale médiale dégénérative est protecteur	59
2) Biomécanique et pathogenèse	60
1. Importance de l'âge et de la gonarthrose	60
2. Prédiction d'une fissure méniscale médiale	61
3) Limites	62
CONCLUSION	64

LISTE DES TABLEAUX.....	66
LISTE DES FIGURES	67
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	70

RESUME

Contexte : Le tendon distal du muscle semi-membraneux (SMT) est une structure souvent sous-estimée de l'angle postéro-médial du genou. En tant que stabilisateur actif, il joue un rôle essentiel dans la protection de la corne postérieure du ménisque médial contre les contraintes mécaniques en flexion. De leur relation anatomique et fonctionnelle étroite, nous émettons l'hypothèse que les altérations structurales du ménisque médial et du SMT sont associées.

Objectif : Évaluer l'association entre SMT et fissures méniscales médiales dégénératives en prenant en compte l'âge, la présence d'une gonarthrose et le délai d'apparition retardée d'une tendinopathie.

Matériel et méthodes : Nous avons réalisé une étude observationnelle rétrospective monocentrique en incluant l'ensemble des adultes ayant bénéficié de deux IRM du même genou à au moins trois ans d'intervalle dans notre centre, entre 2014 et 2023. Les patients ayant une lésion ligamentaire post-traumatique sévère, inflammatoire ou tumorale ont été exclus. En plus de l'exploration du ménisque médial, le SMT a été examiné en IRM à l'aide d'un score semi-quantitatif prenant en compte l'épaisseur, la forme et le signal en pondération DP dans les plans axial et sagittal. Une régression logistique multivariée ajustée pour l'âge, l'absence d'ostéophytes ou de fissure méniscale médiale sur l'examen initial, ainsi que pour le délai entre les IRM, a permis d'évaluer la survenue d'une tendinopathie du SMT à 3 ans (score semi-quantitatif ≥ 2).

Résultats : Les 62 patients inclus avaient un âge moyen de $50,8 \pm 14,7$ ans, avec un délai moyen de $5,3 \pm 1,7$ années entre les deux IRM. Parmi eux, 31 patients ne présentaient aucune fissure méniscale médiale sur les deux examens, tandis qu'une fissure était apparue chez 8 patients et préexistait pour 23 d'entre eux. Le score SMT était significativement plus élevé chez les patients ayant une fissure préexistante (score médian [25^{ème} et 75^{ème} percentiles] : 2 [2, 3]) par rapport à ceux dont la fissure était apparue (score médian : 1 [0,25 ; 2]) ou absente (0 [0 ; 1] ; $p < 0,001$). L'absence de fissure méniscale médiale à l'examen initial était un facteur protecteur contre la survenue d'une tendinopathie du SMT, indépendamment de l'âge, de la présence d'ostéophytes ou du délai entre les examens (OR : 0.20 [0,04 - 0,83] ; $p = 0,032$).

Conclusion : Notre étude met en évidence une association entre le SMT et les fissures méniscales médiales, indépendamment de l'âge ou de la présence d'ostéophytes. L'absence de fissure méniscale médiale dégénérative constituerait un facteur protecteur indépendant contre l'apparition d'une tendinopathie du SMT à 3 ans.

INTRODUCTION

Le tendon distal du muscle semi-membraneux (SMT) est une structure souvent sous-estimée de l'angle postéro-médial du genou. Son anatomie complexe, rendue difficilement compréhensible en raison de variations dans sa description, et la méconnaissance de son rôle biomécanique, sont autant de facteurs amenant à une évaluation sous-optimale. Cette sous-estimation est aussi liée à une minimisation fréquente des pathologies tendineuses devant des douleurs de la face médiale du genou, principalement mises sur le compte d'une atteinte ménisco-ligamentaire médiale. La prévalence exacte des tendinopathies du SMT est pour cette raison inconnue, souvent rapportée de manière empirique comme probablement faible (1). Pourtant, une étude menée par Yoon et al évaluant spécifiquement le SMT en imagerie par résonance magnétique (IRM) rapporte une prévalence élevée d'altération en signal (44,8%) et en épaisseur (52,6% ; n = 116), renforçant l'idée d'une sous-estimation systématique des tendinopathies du SMT en imagerie (2). De manière générale, un nombre limité d'études a été réalisé sur les aspects cliniques, radio-anatomiques et thérapeutiques du SMT. Pourtant, ce dernier joue un rôle essentiel qui n'est plus à démontrer. En plus d'être un stabilisateur actif contre le valgus forcé du genou, le SMT est un acteur dynamique de la protection du ménisque médial contre l'écrasement sous le condyle fémoral (3). Cette unité anatomique et fonctionnelle ménisco-tendineuse mérite ainsi toute l'attention du radiologue et du clinicien, son atteinte structurale pouvant perturber la biomécanique du genou et entretenir des douleurs chroniques.

Afin de mieux appréhender l'analyse en imagerie du SMT, nous décrirons tout d'abord son anatomie, sa fonction, les aspects cliniques et pathologiques rapportées du SMT, et les manières de les explorer grâce à l'imagerie médicale. Enfin, nous présenterons un travail de recherche étudiant l'association potentielle entre les lésions du SMT et les fissures méniscales médiales d'origine dégénérative.

1) Rappels anatomiques

Nous commencerons par rappeler l'anatomie modale du muscle semi-membraneux et de son insertion distale. Nous viendrons ensuite étudier sa biomécanique, puis les possibilités d'exploration de ce tendon distal en imagerie médicale.

1. Insertions du tendon distal du muscle semi-membraneux

Le muscle semi-membraneux prend son insertion proximale sur la tubérosité ischiatique. Il est innervé par des branches du nerf sciatique et vascularisé par des branches de l'artère fémorale profonde. L'anatomie classique de ses insertions distales est sujette à discussion et à de nombreuses descriptions dans les ouvrages d'anatomie et dans les études morphologiques et anatomiques (4). La plupart des études réalisées par des radiologues ou chirurgiens orthopédistes s'accordent pour décrire 3 contingents principaux : le bras **direct**, le bras **antérieur** (aussi appelé bras réfléchi) et le bras **récurrent** (Figures 1 à 3) (4). Deux autres bras, **inférieur** et **capsulaire**, moins communément décrits sont néanmoins primordiaux à intégrer dans la compréhension de ce tendon complexe.

1. *Bras direct*

Le **bras direct** est considéré comme l'attache principale du tendon. Il naît immédiatement sous l'interligne fémoro-tibial médial de la division du tendon principal. Il s'insère distalement à environ 12 mm de cet interligne au niveau d'un tubercule (*tuberculum tendinis*) situé à la partie postéro-médial du condyle tibial médial, et passe en profondeur du ligament collatéral médial (LCM) et du bras antérieur du SMT (Figure 2) (5–7). Immédiatement avant sa terminaison naît une expansion s'insérant à l'attache ménisco-tibiale de la corne postérieure du ménisque médial, formant ainsi le ligament coronaire (6).

2. *Bras antérieur*

Le **bras antérieur** (aussi appelé bras réfléchi) naît lui aussi de la bifurcation du tendon commun sous l'interligne articulaire fémoro-tibial médial, avec le tendon direct. Il prend la forme d'une épaisse bande tendineuse orientée médialement et vers l'avant, s'insérant en profondeur de l'insertion du LCM, au-dessus et médialement par rapport à l'insertion du bras direct (Figures 1 et 2) (3).

3. *Bras récurrent*

Le **bras récurrent** naît quant à lui du tendon commun, environ 2 cm avant la bifurcation du SMT en bras direct et antérieur (6,7). Cette expansion s'étend latéralement et forme avec le faisceau capsulaire du ligament oblique postérieur (LOP) le ligament poplité oblique (LPO). Ce LPO se termine par une attache proximale sur la fabella, une attache sur la portion ménisco-fémorale de la capsule articulaire et une attache sur le muscle plantaire (Figures 1 et 2) (7,8)(8). Certains auteurs comme Benninger et

Delamarter avancent que le LPO est uniquement une expansion du SMT, et proposent de le nommer « tendon poplité oblique » (4).

4. Bras inférieur

Le **bras inférieur** (ou poplité) s'étend en distalité des bras direct et antérieur et passe sous le LOP. Son insertion distale est parfois décrite comme étant bifide : une division médiale se terminant sur le tibia, de façon adjacente et postérieure au LCM, et une division latérale sur l'aponévrose du muscle poplité (Figures 1 et 2) (5,8).

5. Bras capsulaire

Les fibres du **bras capsulaire** se mêlent au contingent capsulaire du LOP à hauteur du condyle fémoral médial à sa partie postérieure (Figures 2 et 3) (3) .

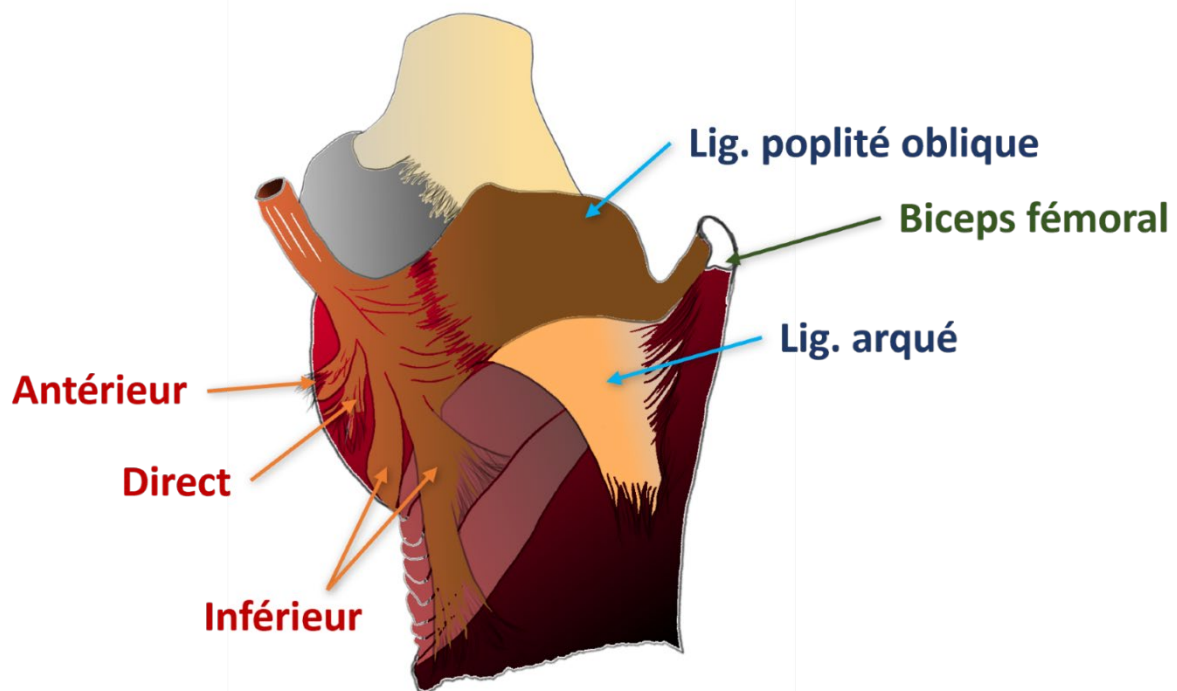


Figure 1 - Illustration en vue de $\frac{3}{4}$ postéro-médiale du genou. À gauche de l'image, on retrouve le tendon commun du SMT, avec le bras antérieur, le bras direct et deux expansions du bras inférieur. On retrouve sur la droite de l'image le ligament poplité oblique, le tendon distal du muscle biceps fémoral et le ligament arqué, ces deux derniers faisant partie du point d'angle postéro-latéral du genou.

2. Bourses péri-tendineuses

Le SMT est coiffé à son passage au niveau de l'interligne articulaire par une bourse synoviale le séparant du ligament collatéral médial. Cette bourse prend une forme de U inversé dans le plan axial, avec une poche proximale profonde et une poche distale superficielle formant les deux bras du U. La portion proximale est interposée entre le SMT et le condyle fémoral médial. La portion distale est située entre le SMT et le ligament collatéral médial. Ces deux portions sont reliées par un fin passage en regard du bord antérosupérieur du SMT.

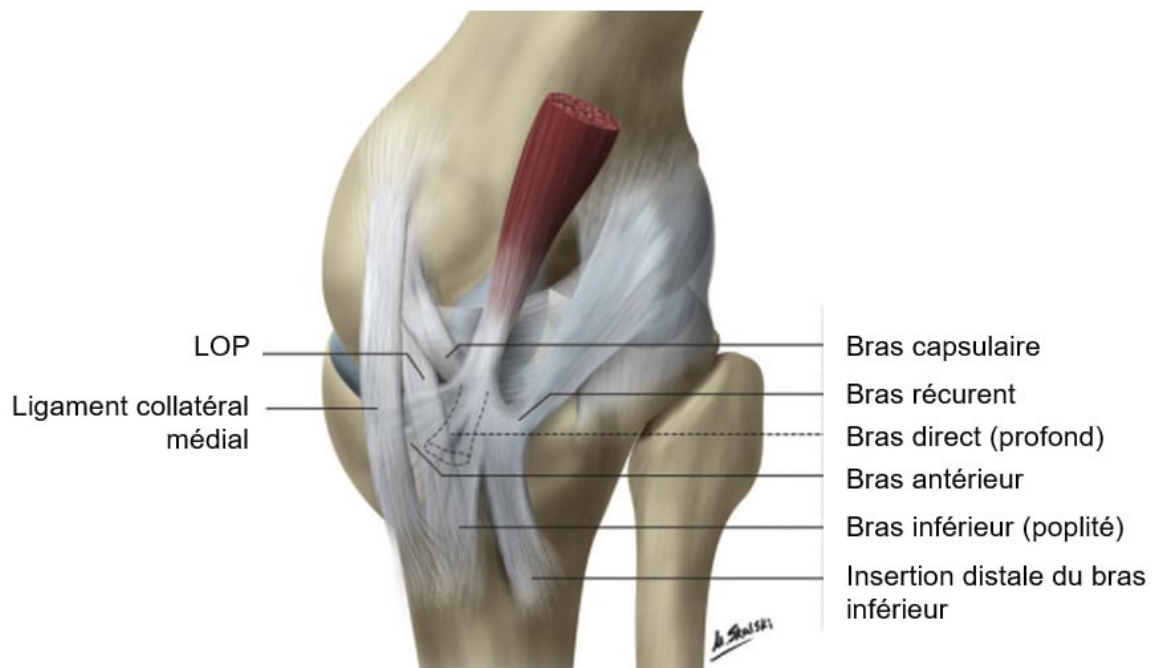


Figure 2 : Illustration du tendon distal du muscle semi-membraneux et de ses 3 principaux bras d'insertion en vue de 3/4 postéro-médiale. LOP = Ligament oblique postérieur. Illustration traduite de Lundquist & al (6)

3. Biomécanique

Le muscle semi-membraneux possède une action de flexion du genou associée à une rotation interne du tibia. D'un point de vue biomécanique, il faut différencier les phases d'extension et de flexion du genou pour préciser les différents aspects fonctionnels du SMT.

1. Extension du genou

Lors de l'extension complète du genou, le tibia va naturellement réaliser une rotation externe mettant en tension le point d'angle postéro-médial pour verrouiller l'articulation. Les deux principales structures du point d'angle intervenant dans ce

verrouillage sont le LCM et le LOP. Ces stabilisateurs passifs vont permettre de limiter la rotation externe et une translation excessive du plateau tibial médial.

Le SMT a un rôle limité dans la stabilisation du point d'angle postéro-médial du genou lors de son extension, en restreignant les mouvements de valgus du genou (6). Néanmoins, le ligament poplité oblique et le contingent fibrillaire provenant du **bras antérieur** (ou réfléchi) du SMT empêchent une hyperextension et la survenue d'un genu recurvatum (6).

2. Flexion du genou

À l'inverse, lors de la flexion active du genou, les ligaments du point d'angle postéro-médial vont progressivement se détendre et perdre en tension. La contraction du muscle semi-membraneux et ses différentes expansions capsulaires vont prendre le relais pour stabiliser activement le genou et le ménisque médial.

Cette stabilisation passe par une rotation médiale active du tibia et une limitation du valgus du genou. Ses expansions capsulaires (**bras capsulaire**) communes avec le ligament oblique postérieur vont quant à elles participer à la stabilisation passive du genou en limitant ainsi les mouvements de translation antérieure (6).

Aussi, en exerçant une traction sur la corne postérieure du ménisque médial (Figure 3), le SMT empêche celle-ci d'être comprimée entre le fémur et le tibia, participant à la protection méniscale lors de la flexion du genou (9). Étant donné l'axe global du semi-membraneux (parallèle au fémur), cet effet protecteur est maximal à 90° de flexion et décroît lorsque la flexion dépasse les 90° (6).

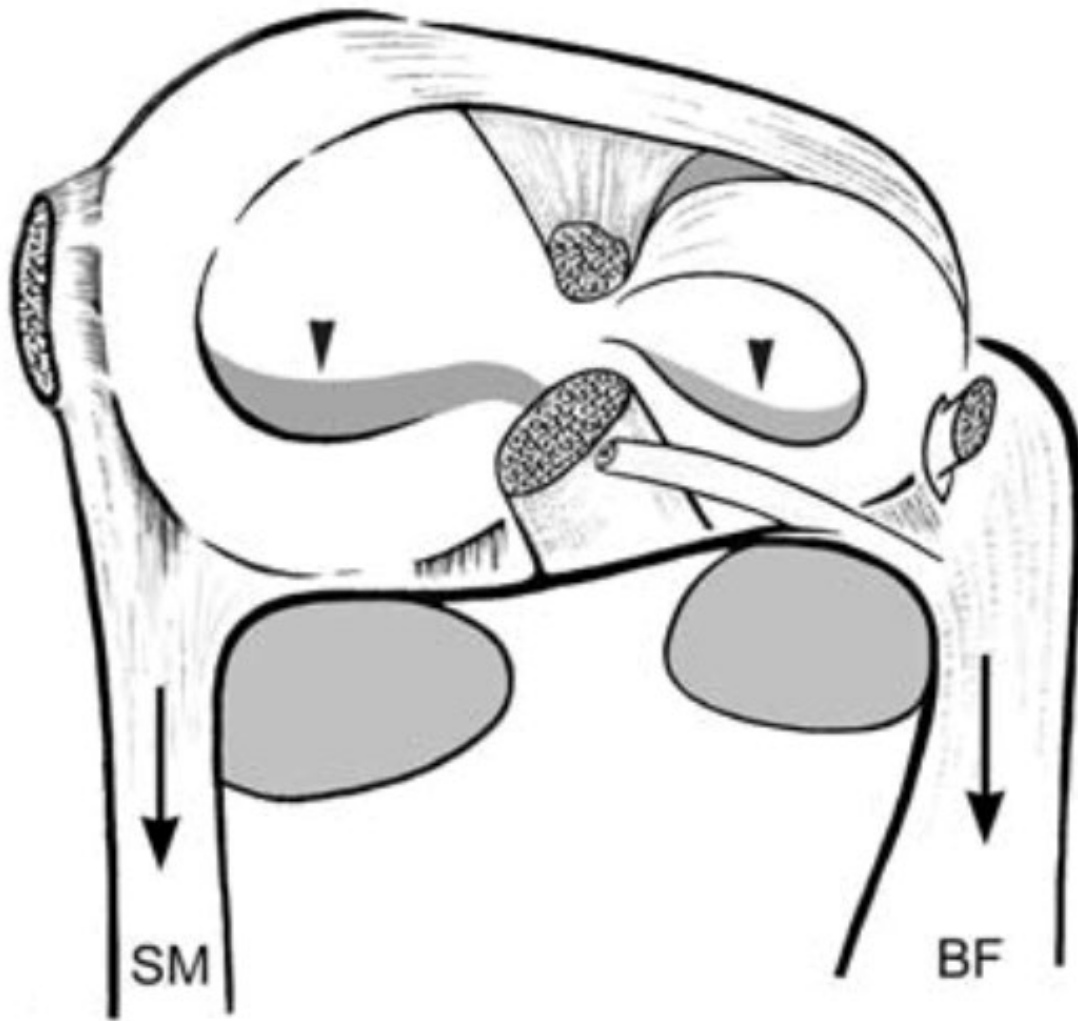


Figure 3 : Schéma en vue supérieure du genou droit de l'action de l'attache méniscale du tendon distal du muscle semi-membraneux (SM). On voit aussi l'attache du tendon biceps fémoral (BF) et son action sur le ménisque latéral. Illustration de Beltran & al (3)

2) Exploration en imagerie

Nous développerons ici l'exploration du SMT en échographie et en IRM. L'exploration scanographique ne sera pas développée, sa contribution étant inférieure aux deux autres modalités dans l'exploration de la morphologie tendineuse, son principal intérêt étant la recherche de structures calcifiées intra- ou péri-tendineuses.

1. Échographie

En échographie, il est possible d'identifier les **bras direct**, **antérieur** et **récurrent**.

Le **bras direct** est le plus facile à identifier. On commence par repérer le corps musculaire du semi-membraneux dans le plan axial, en profondeur du tendon distal du muscle semi-tendineux. En déplaçant la sonde en distalité, on obtient une coupe transversale du tendon commun avant les divisions du SMT. Il suffit alors de réaliser une rotation de la sonde à 90° pour obtenir une coupe longitudinale du **bras direct**, en parasagittal médial, discrètement oblique vers le haut et le dedans (Figure 4). Celui-ci s'insère en distalité dans une petite fossette tibiale, et est souvent le siège d'un artefact d'anisotropie. Cet artefact est lié à la structure fibrillaire du tendon : si les ultrasons n'arrivent pas de manière strictement perpendiculaire au sens des fibres, alors l'image créée sera faussement hypoéchogène. Pour y remédier et différencier cette image construite d'une enthésopathie distale, il faut modifier le positionnement de la sonde d'échographie pour faire en sorte que les ultrasons arrivent perpendiculairement à l'axe des fibres que l'on cherche à explorer (dans le cas illustré sur la Figure 4, basculer la partie distale de la sonde d'échographie).

Le **bras antérieur** est identifiable par une approche antéro-médiale. Il suffit d'aligner le ligament collatéral médial, puis de translater la sonde vers l'arrière en gardant un plan parallèle au ligament collatéral médial. On observera une structure épaisse, isoéchogène (pouvant également être sujette à un artefact d'anisotropie) et arrondie qui se placera entre le ligament collatéral médial et la face médiale du tibia (Figure 5).

Le **bras récurrent** est visualisé à la face postérieure du genou, en coupe axiale, comme une expansion latérale du tendon SMT, située en profondeur de la jonction myotendineuse du muscle gastrocnémien médial (Figure 6).

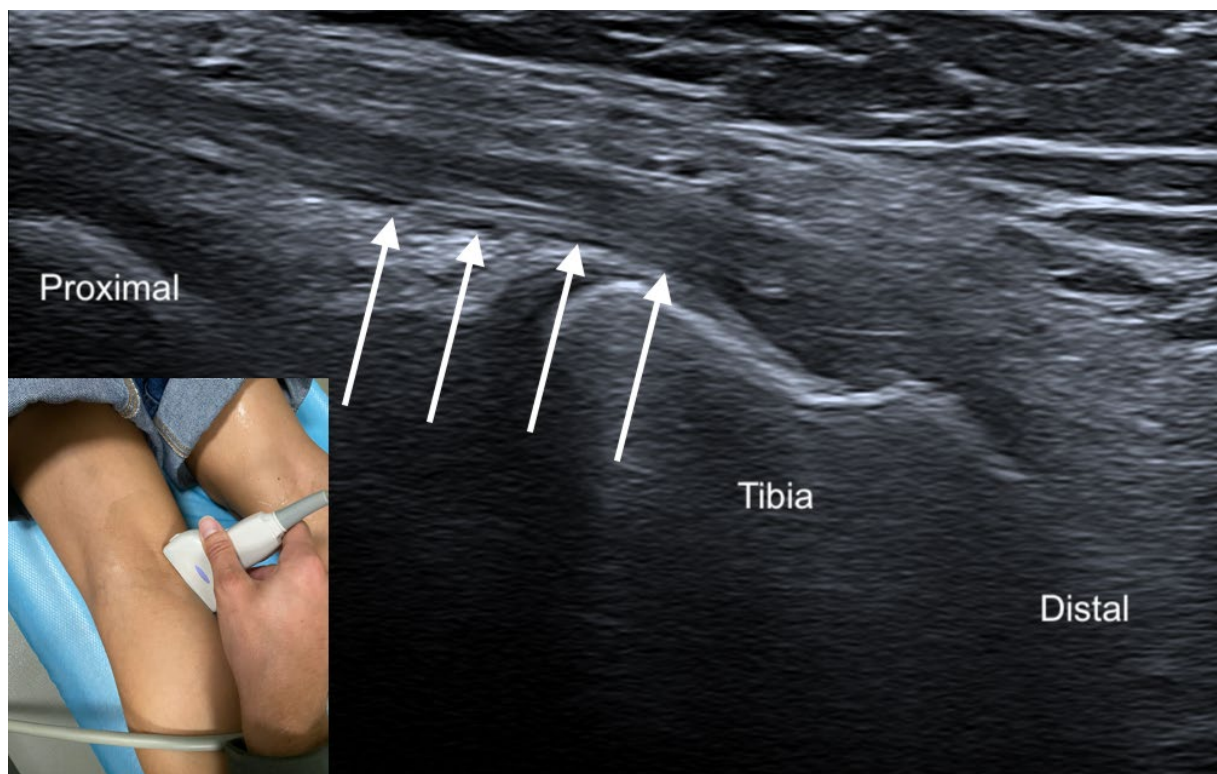


Figure 4 : Insertion normale du bras direct du tendon distal du muscle semi-membraneux en échographie chez une volontaire saine de 28 ans, en coupe longitudinale (parasagittale oblique). L'aspect fibrillaire du tendon est pointé par flèches blanches. L'hypoéchogénicité du versant distal du tendon correspond à un artefact d'anisotropie. En encadré, on observe la position de la sonde d'échographie.

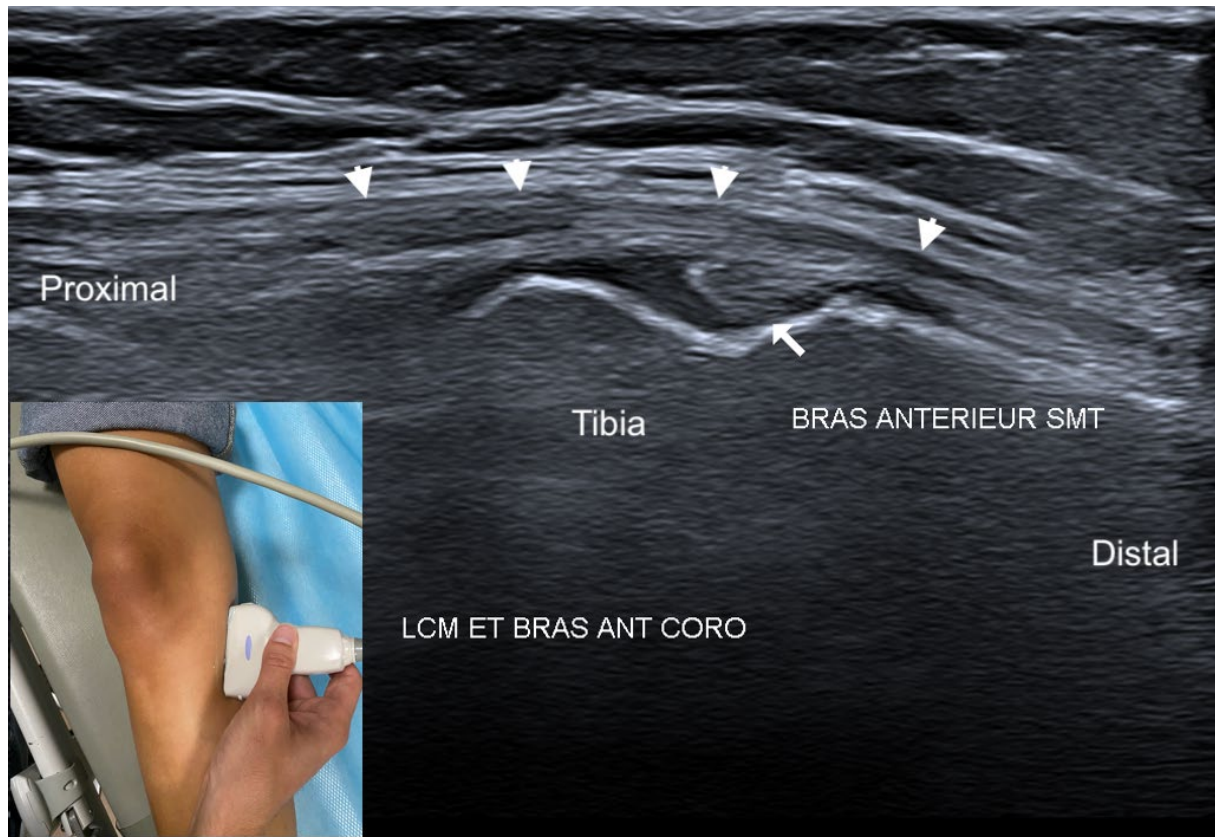


Figure 5 : Insertion normale du bras antérieur du tendon distal du muscle semi-membraneux chez une volontaire saine de 28 ans, en coupe longitudinale (paracoronale oblique). Ce plan de coupe échographique est similaire à celui utilisé pour rechercher le ligament collatéral médial (LCM), translaté postérieurement. Le bras antérieur est désigné par la longue flèche blanche. Celui-ci est recouvert par les fibres de la partie postérieure et inférieure du LCM (têtes de flèches). En encadré, on observe la position de la sonde d'échographie.

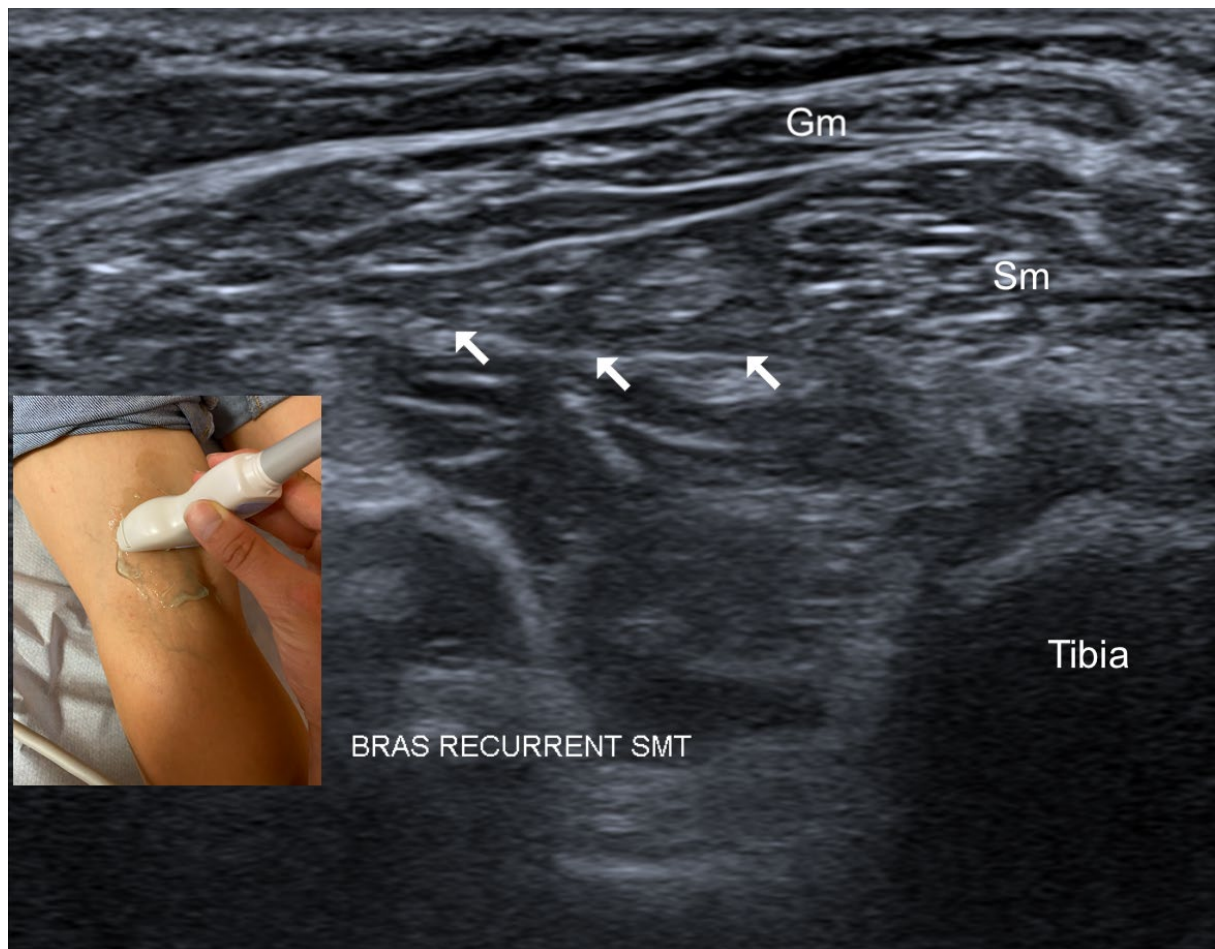


Figure 6 : Coupe transversale à hauteur de la face postérieure de l'articulation fémoro-tibiale chez une volontaire saine de 27 ans. Le tendon récurrent du semi-membraneux est pointé par les flèches. En encadré, on observe la position de la sonde d'échographie. Sm : Tendon distal du muscle semi-membraneux. Gm : Gastrocnémien médial.

2. IRM

L'IRM est l'examen de choix lors de l'exploration post-traumatique du genou, et plus généralement dans l'exploration de la gonalgie. Cet examen permet en effet une étude optimale des structures péri-articulaires, mais aussi des structures intra-articulaires non explorables en échographie. Il est aussi possible d'y visualiser les différentes insertions du tendon semi-membraneux.

1. Protocole d'exploration

Le protocole d'exploration du genou en IRM comprend en général 4 séquences :

- 3 séquences en densité de protons (DP) avec suppression du signal de la graisse (« Fat-Sat ») et en écho de spin dans les plans axial, sagittal et coronal. Cette séquence DP possède un temps de relaxation long (autour de 2000 ms, minimisant le contraste en T1) et un temps d'écho court (environ 15 à 20 ms, minimisant le contraste en T2) ;
- Une séquence en pondération T1 en écho de spin dans le plan sagittal.

En complément, des acquisitions en pondération DP sans suppression du signal de la graisse permettent de réaliser une étude anatomique fine par l'équilibre possible entre optimisation de la résolution spatiale, durée d'acquisition et rapport signal-sur-bruit.

2. Bras antérieur

Le **bras antérieur** est le plus facilement visualisé dans le plan coronal, comme une structure en hyposignal DP Fat-Sat arrondie adjacente au bord médial du tibia (Figure 7). Le bras antérieur peut aussi être identifié dans le plan sagittal en périphérie du genou sur son versant médial, apparaissant comme une structure en hyposignal DP Fat-Sat suivant un trajet quasi-horizontal (Figures 8 et 9). En raison de l'angulation vers l'avant du bras antérieur lorsque le genou est en extension, un hypersignal focal peut être observé, en lien avec un artefact d'angle magique (Figure 8). Cet artefact est la conséquence des propriétés physiques des tissus fibrillaires, comme les tendons, et de leur interaction avec le champ magnétique de l'IRM. Cette interaction provoque un hypersignal artéfactuel maximal pour un angle de 55° (ou 125°) par rapport à l'axe de B₀ (champ magnétique de la machine).

Dans le plan axial, le **bras antérieur** est visualisé comme une structure en hyposignal DP Fat-Sat, proche de la face postéro-médiale du tibia, s'étendant vers l'avant (Figure 10). À sa naissance au niveau des divisions du SMT, le bras antérieur est en contact étroit avec le bras direct, ce qui ne permet pas de les distinguer formellement dans leur portion initiale (Figures 9 et 10). À noter qu'en cas d'acquisition avec genou en flexion, le bras antérieur aura tendance à s'aligner avec l'axe principal du muscle semi-membraneux (3).

3. *Bras direct*

Le plan optimal pour l'exploration du **bras direct** est le plan sagittal. Ce dernier possède un trajet antérieur en profondeur du bras antérieur, et est difficilement discernable du bras antérieur (Figure 9) (5). Les sources semblent divergentes sur l'individualisation formelle du bras direct en IRM, certaines, réalisées *in vivo*, le considérant comme non visible (3,8), d'autres l'identifiant en IRM sur des pièces cadavériques (5). Une résolution spatiale et en contraste élevée serait ainsi nécessaire pour l'étudier de manière fiable. De notre expérience, son étude apparaît plus précise en échographie que sur des examens d'IRM non optimisés et réalisés en routine.

4. *Bras récurrent*

Le **bras récurrent** est quant à lui mieux visualisé dans le plan axial comme une expansion latérale du SMT, venant se confondre avec la face postérieure de la capsule articulaire (Figures 10 et 11) (5). Il rejoint le LPO à la face postérieure du genou. Il est aussi possible de l'identifier en coupe sagittale paramédiane comme une structure hypointense aplatie accolée à la face postérieure de la capsule articulaire (Figure 12).

5. *Autres insertions*

Le **bras inférieur** (ou poplité) est visualisé sur les acquisitions axiales ou coronales, comme une expansion très distale sous l'interligne articulaire. Il est de ce fait souvent en dehors du volume d'acquisition classique de l'IRM de genou (Figure 7).

Le **bras capsulaire** est mieux visualisé en coupes axiales, mais n'est pas discernable à l'état normal en raison de sa proximité avec la capsule articulaire, le bord latéral du bras direct et le passage du LPO à proximité. Cependant, la présence d'un épanchement intra-articulaire ou au sein des bourses associées au semi-membraneux peut améliorer son individualisation.

La **connexion au ménisque médial** se fait via l'intermédiaire d'une branche naissant du bras direct, appelé ligament coronaire par certaines équipes (6,7) ou « branche capsulaire » par l'équipe de Cavaignac et al (10). Cette attache ne se fait pas directement sur la corne postérieure du ménisque médial mais en arrière de celui-ci, en donnant des insertions sur les ligaments ménisco-tibial et ménisco-capsulaire (Figure 13).

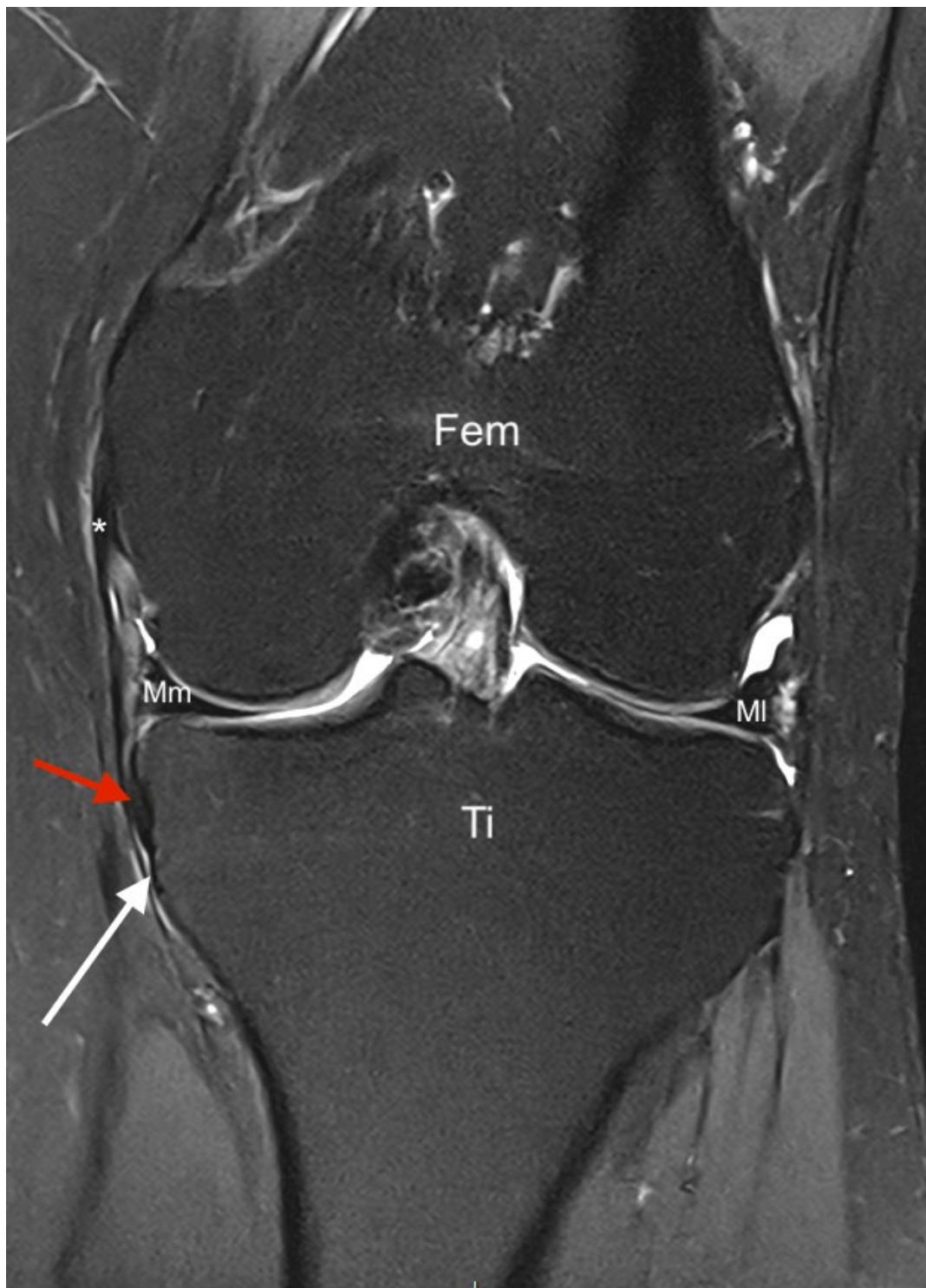


Figure 7 : Acquisition IRM dans le plan coronal et en pondération DP Fat-Sat passant par le ligament collatéral médial (LCM ; astérisque). Pointé par la flèche blanche en profondeur de ce dernier se trouve la division médiale du bras inférieur du SMT, adjacente à l'insertion distale du LCM. Pointé par la flèche rouge se trouve le bras antérieur du SMT. Fem : Fémur. Ti : Tibia. Mm : Ménisque médial. MI : Ménisque latéral.

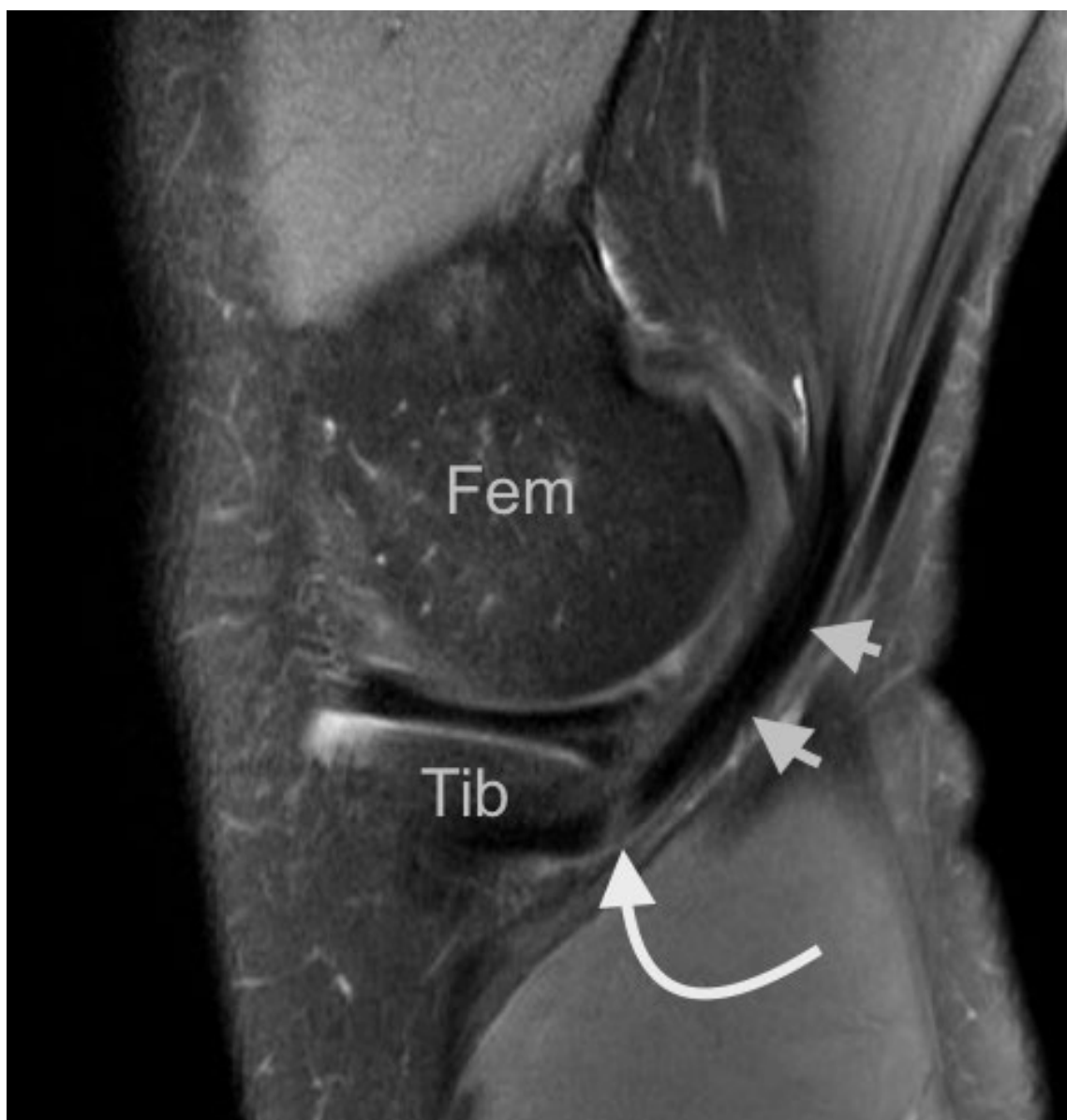


Figure 8 : Acquisition IRM dans le plan parasagittal médial et en pondération DP Fat-Sat passant par le tiers médial du condyle fémoral médial. En hyposignal, passant à la face postérieure du condyle fémoral médial : tendon distal du SMT (flèches droites). Artefact d'angle magique du bras antérieur (flèche courbe). Fem : Fémur. Tib : Tibia.

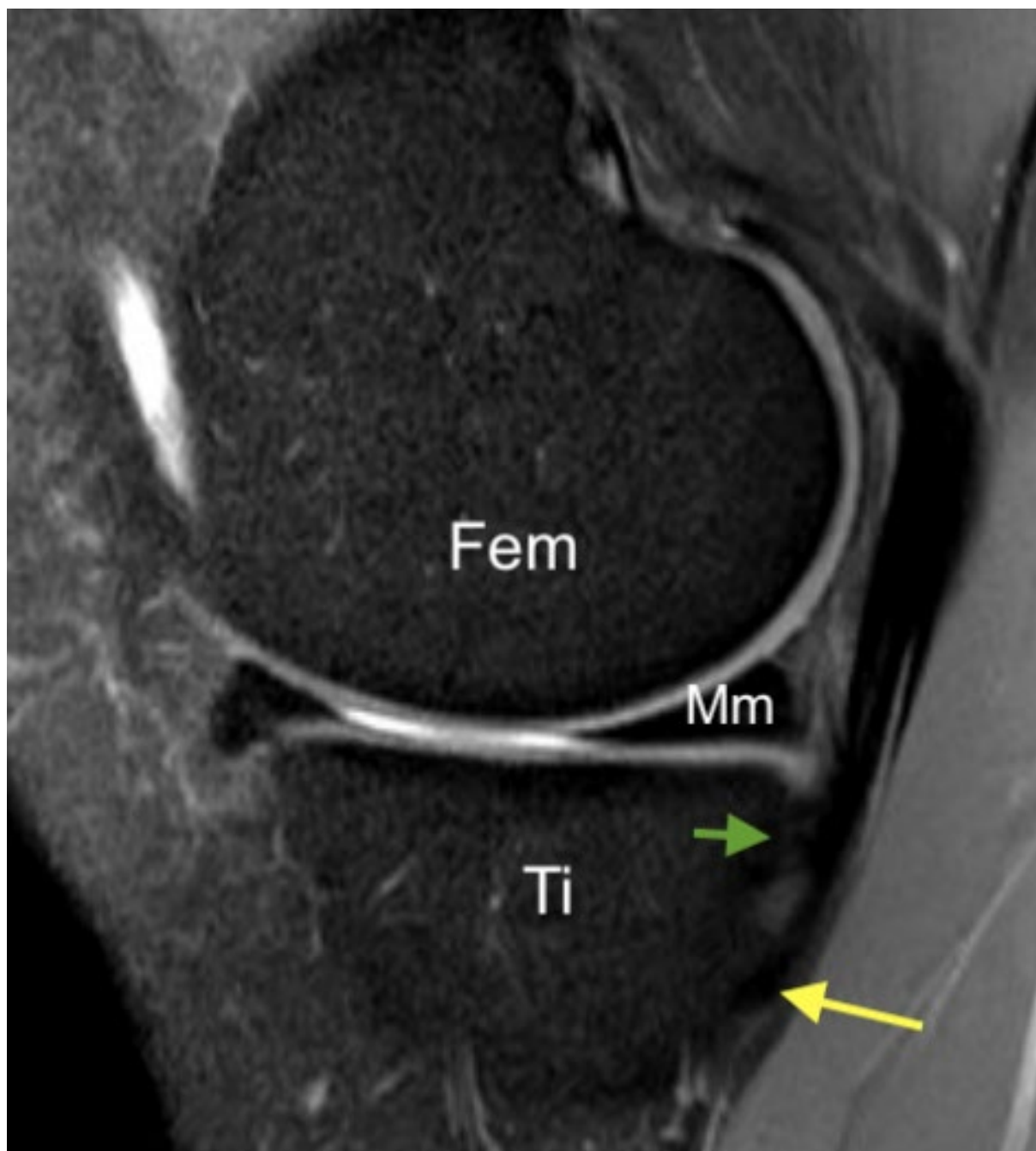
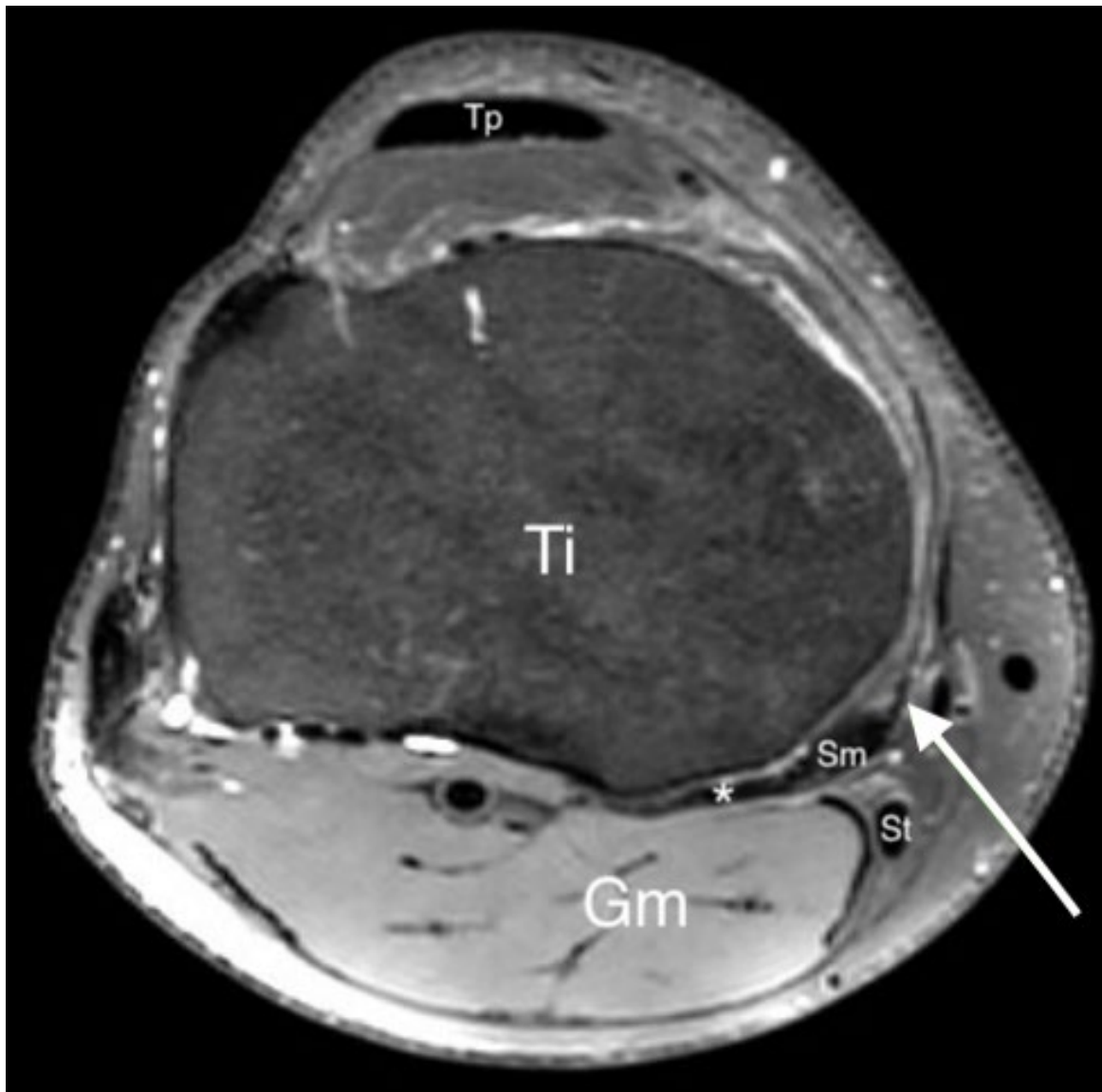


Figure 9 : Acquisition IRM dans le plan parasagittal médial et en pondération DP Fat-Sat, passant par le tiers médial du condyle fémoral médial. On peut visualiser en hyposignal en arrière du condyle fémoral médial une portion des bras direct (flèche jaune) et antérieur (flèche verte) du SMT. Fem : Fémur. Ti : Tibia. Mm : Ménisque médial.



*Figure 10 : Acquisition IRM en coupe axiale et en pondération DP Fat-Sat, sous l'interligne articulaire, mettant en évidence le bras antérieur du tendon distal du muscle semi-membraneux partant vers l'avant. On peut identifier, marqué par un astérisque *, le bras récurrent. Tp : Tendon patellaire. Ti : Tibia. Gm : Gastrocnémien médial (corps musculaire). St : Semi-tendineux. Sm : SMT. Flèche blanche : Bras antérieur du SMT.*

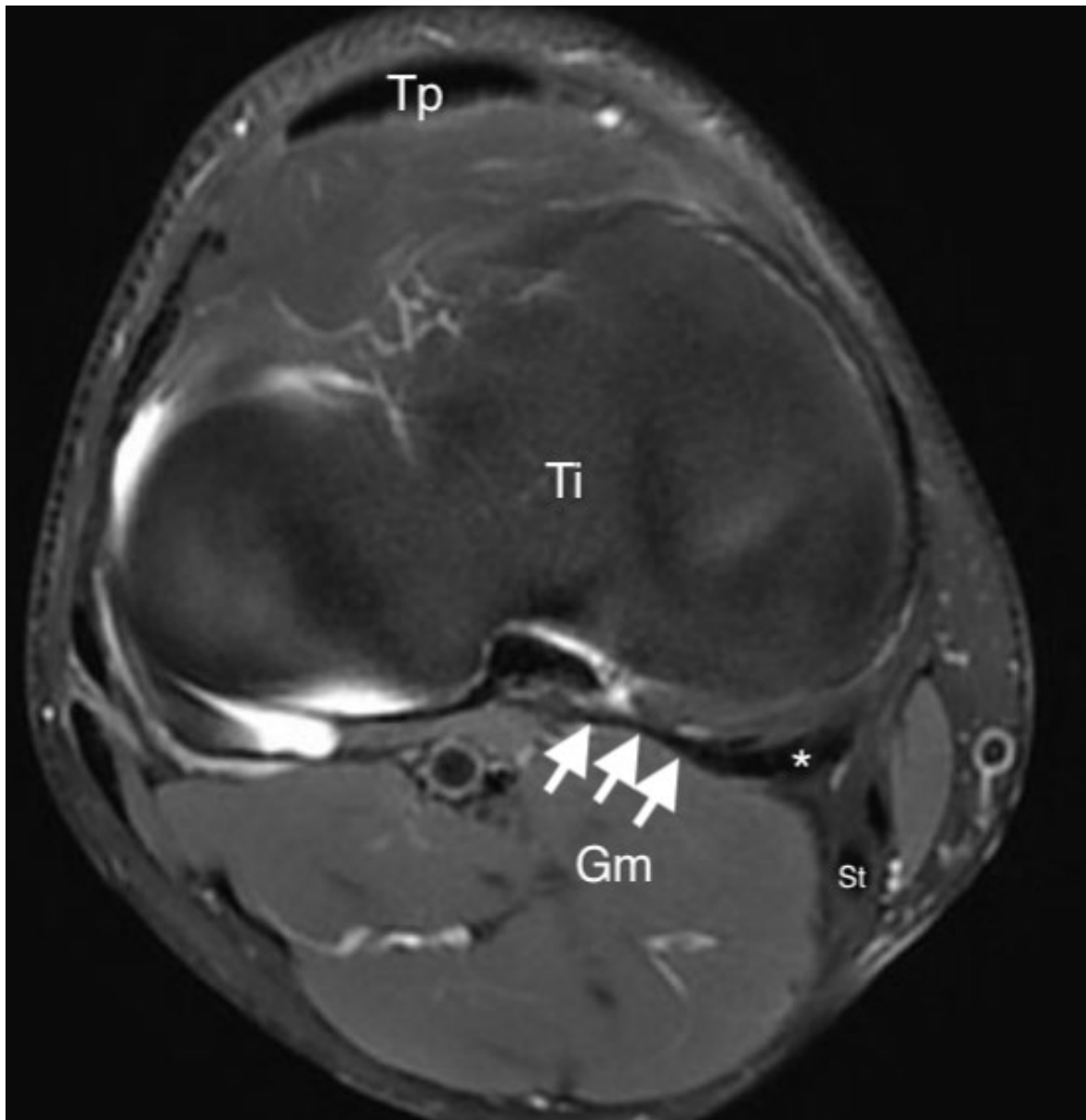


Figure 11 : Acquisition IRM dans le plan transversal et en pondération DP Fat-Sat, sous l'interligne articulaire. On visualise une expansion latérale du tendon commun du SMT (astérisque) correspondant au bras récurrent (flèches blanches). Tp : Tendon patellaire. Ti : Tibia. Gm : Gastrocnémien médial. St : Tendon semi-tendineux.

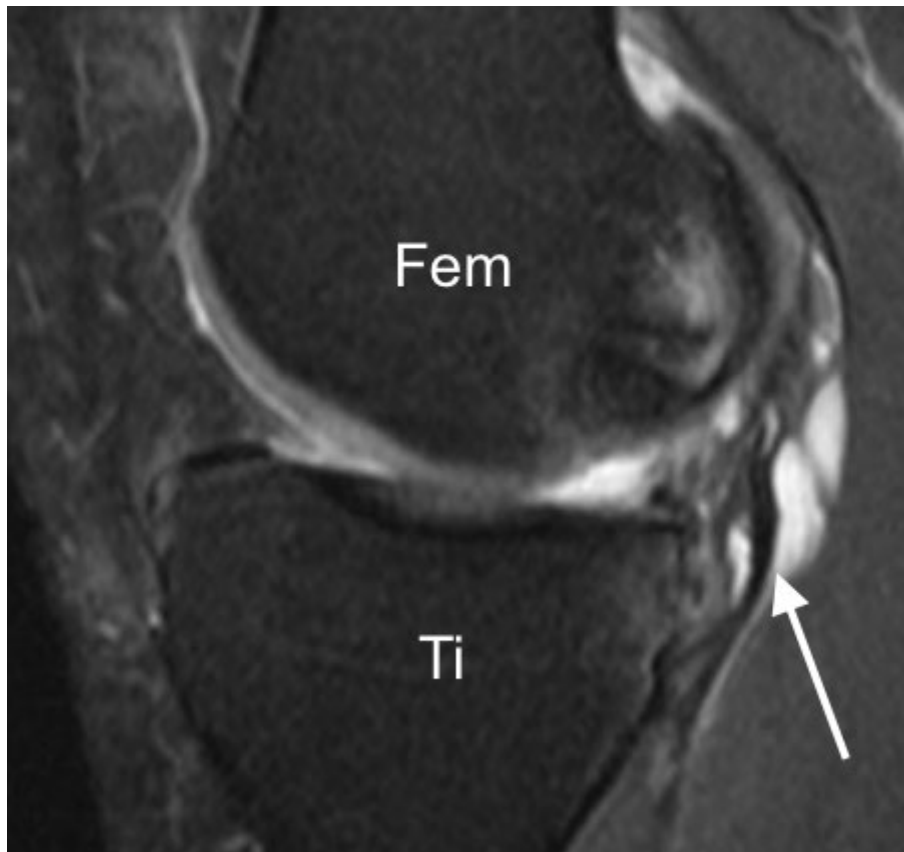


Figure 12 : IRM en coupe sagittale et pondération DP Fat-Sat passant par le condyle fémoral médial. L'épanchement intra-articulaire et dans la bourse du tendon distal du muscle semi-membraneux, en hypersignal liquidien, permet de mieux visualiser le bras récurrent (flèche blanche). Fem : Fémur, Ti : Tibia.

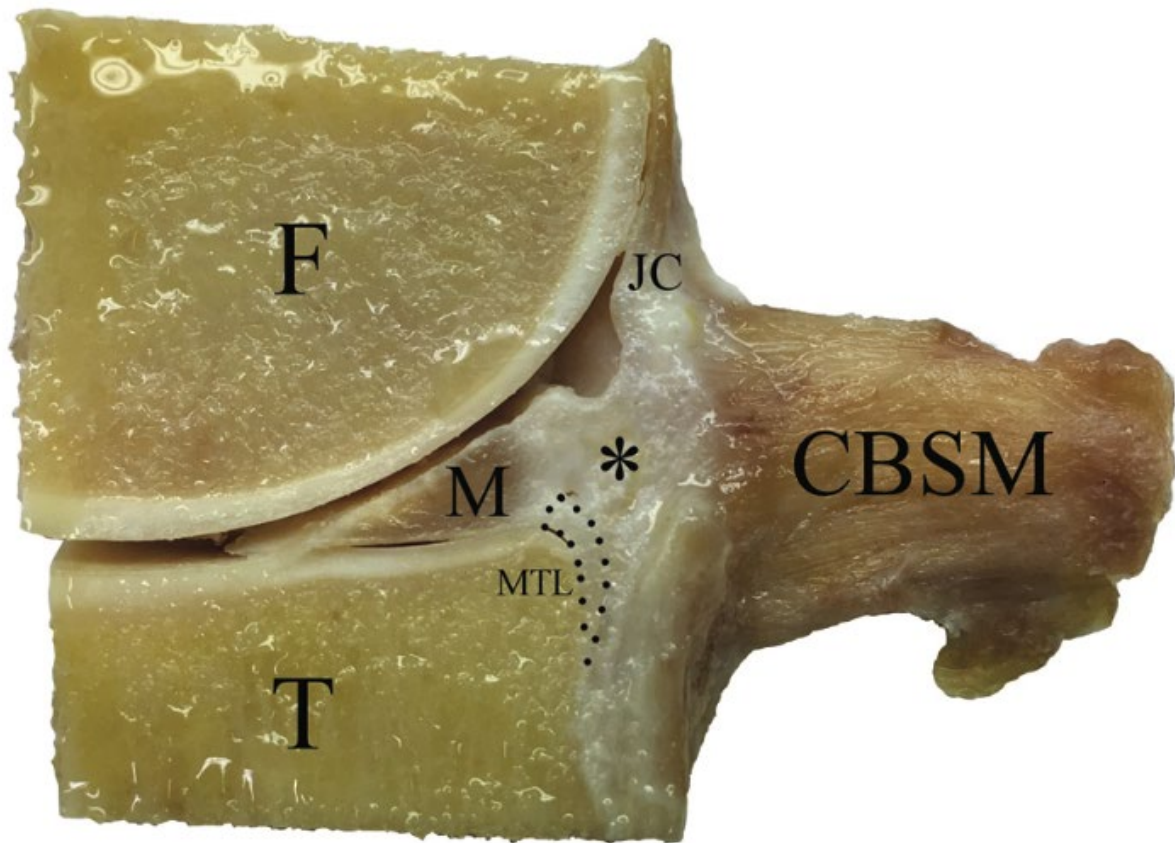


Figure 13 : Coupe anatomique de 5 mm d'épaisseur après coupe par scie et imprégnation formolée. CBSM : Branche capsulaire du tendon semi-membraneux. F : Fémur. T : Tibia. M : Ménisque médial. MTL : Ligament ménisco-tibial. * : Tissu adipeux. JC : Capsule articulaire. Coupe d'après Cavaignac & al (10).

3) Pathologies du SMT

Le SMT peut être le siège de pathologies de différents types. Nous détaillerons d'abord les pathologies aiguës, puis les pathologies chroniques, en séparant les catégories de patients selon leur âge. Nous étudierons ensuite la clinique associée à ces pathologies avant d'aborder les facteurs biomécaniques pouvant les favoriser.

1. Pathologies aiguës

Les ruptures partielles du SMT sont les lésions aiguës les plus fréquentes (Figure 14) (8). Il est aussi possible de retrouver des lésions plus importantes du SMT dans le cadre de traumatismes violents (football, rugby, ski alpin), se traduisant par des fractures-avulsions de son insertion directe (Figures 15 et 16). En effet, le SMT a tendance à être plus solide que l'os sur lequel il est inséré, ce qui explique la rareté des ruptures tendineuses isolées (8).

Ces dernières surviennent lorsqu'un mouvement de valgus forcé est appliqué sur un genou en flexion contre résistance (tacle au football ou virage en ski) ou dans les traumatismes en hyperextension du genou. Devant ce mécanisme, une rupture du LCM, une fissure méniscale médiale et une rupture du ligament croisé antérieur sont des lésions souvent recherchées et retrouvées en pratique courante. Néanmoins, une atteinte du SMT et des autres éléments du point d'angle postéro-médial sont potentiellement associées et à identifier, pouvant favoriser une instabilité rotatoire antéromédiale (3). Des lésions du ligament ménisco-tibial médial sont aussi à rechercher (Figure 17).

2. Pathologies chroniques

En dehors des atteintes rhumatismales, tumorales et inflammatoires, le tableau clinique peut de manière caricaturale se résumer à deux types de patients en cas de tendinopathie « mécanique » chronique du SMT : les patients sportifs ou d'âge moyen (1).

1. Patients jeunes et/ou sportifs

D'une part, chez le patient pratiquant généralement un sport d'endurance comme la course à pied longue distance ou le cyclisme, une tendinopathie du SMT peut survenir typiquement après augmentation rapide du volume, de l'intensité ou après changement de type d'entraînement, comme dans l'ajout de séances de côtes chez un coureur (alternance d'intervalles de montées et descentes) (11). Cette stimulation entraîne une surcharge mécanique sur l'ensemble de la chaîne postérieure du membre inférieur, avec des structures musculo-tendineuses étirées et nécessitant une traction musculaire accrue (12). La surutilisation du SMT secondaire aux mouvements de flexions répétées du genou peut dépasser les capacités de récupération de l'athlète (volume ou charge trop importante) et induire une tendinopathie distale. Cette situation peut par exemple être rencontrée dans l'entraînement de footballeurs professionnels ou de coureurs en montagne, avec une chaîne postérieure très sollicitée en amplitude.

2. Patients d'âge moyen

D'autre part, et plus fréquemment, on retrouve aussi des lésions du SMT chez des patients plus âgés. La tendinopathie constatée est particulièrement favorisée par la présence d'ostéophytes, dont la topographie, souvent fémoro-tibiale médiale, peut entrer en conflit avec le SMT, les micro-sollicitations répétées aboutissant à une altération structurale notamment de ses bras direct et antérieur.

3. Examen clinique

La tendinopathie du SMT, lorsqu'elle est symptomatique, est rapportée en général sous forme d'une douleur de la face postéro-médiale du genou. Les symptômes douloureux se majorent à la pratique d'activités nécessitant une forte activation du

complexe ischio-jambier : la course à pied, le cyclisme, les descentes d'escaliers ou la flexion soudaine et importante du genou.

À l'examen physique, la douleur peut être élective à la palpation de la zone d'insertion du SMT, à la face postéro-supéro-médiale du tibia. La flexion contrariée du genou à 90° permet de rendre le SMT mieux visible, facilitant ainsi sa palpation. Une flexion profonde passive du genou peut également exacerber la douleur, le tendon et l'insertion distale de celui-ci étant comprimés par les structures anatomiques adjacentes (1). Enfin, la rotation tibiale interne passive d'un genou fléchi à 90° est une manœuvre supplémentaire pouvant potentiellement orienter l'étiologie de la douleur.

4. Facteurs anatomiques prédisposants

Certains facteurs ont été avancés comme étant possiblement prédisposants à une tendinopathie distale du muscle semi-membraneux, tels que le genu valgum, l'hyperpronation plantaire, un angle Q augmenté ou une bascule pelvienne antérieure.

En effet, le genu valgum augmente mécaniquement la tension appliquée aux structures du point d'angle postéro-médial. Le mécanisme est similaire avec l'hyperpronation plantaire, qui peut également entraîner une charge en valgus sur le genou et un stress sur le SMT en particulier.

L'angle Q (pour « Quadriceps ») correspond à l'angle formé dans le plan frontal par une droite tracée de l'épine iliaque antérosupérieure et le centre de la patella, et une droite tracée du centre de la patella et la tubérosité tibiale antérieure. Il correspond à l'angle d'obliquité du tendon patellaire par rapport à l'axe du quadriceps. En plus d'être un estimateur du valgus du genou, cet angle donne des indications sur la translation

latérale de la patella. Un angle Q augmenté ($>15^{\circ}$ chez les femmes et $>20^{\circ}$ chez les hommes) peut traduire un genu valgum (12,13).

Un déficit des extenseurs de la hanche et des muscles du tronc peut entraîner une charge relative plus élevée sur les ischio-jambiers par compensation. Cela peut entraîner par la suite une inclinaison pelvienne antérieure, augmentant la tension sur les muscles ischio-jambiers et particulièrement sur le semi-membraneux (14). Chez les coureurs, cela peut survenir lors d'un manque de stabilité pelvienne, une inclinaison du tronc trop marquée vers l'avant et/ou une foulée trop longue, augmentant la charge de l'impact à chaque foulée (12).

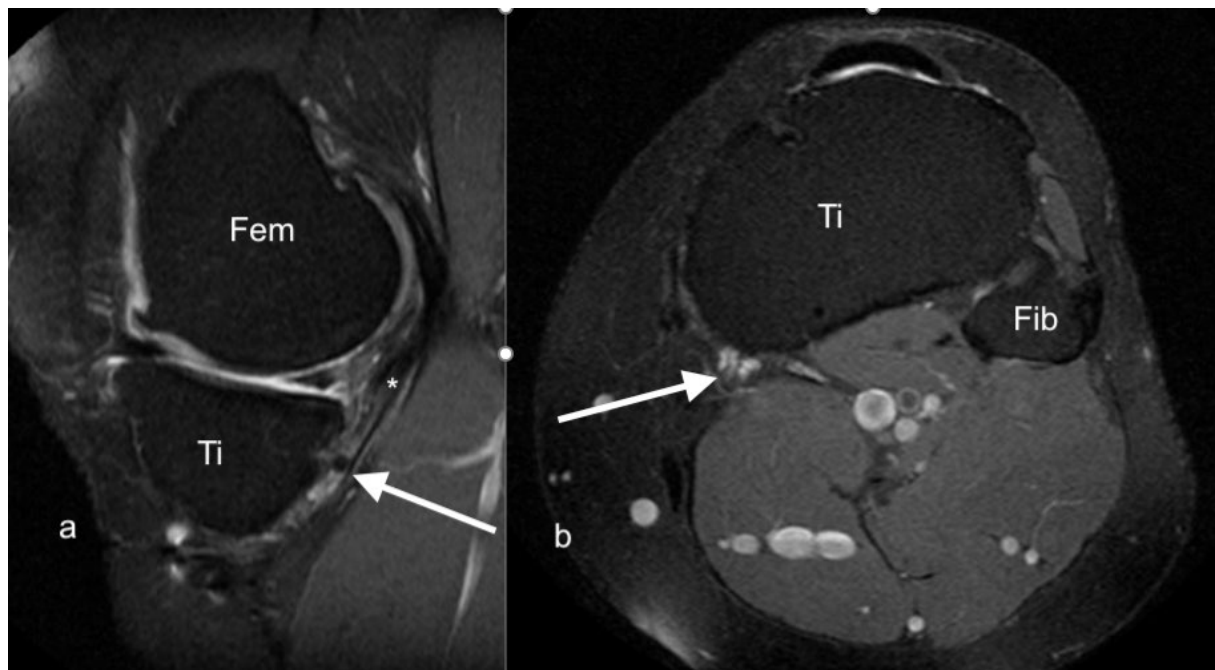


Figure 14 : IRM en pondération DP Fat-Sat en coupe sagittale (a) et axiale (b) sur lesquelles on peut observer une rupture partielle du tendon distal du muscle semi-membraneux (astérisque), celui-ci étant partiellement discontinu et le siège d'un hypersignal pathologique (flèches). Fem : Fémur. Ti : Tibia. Fib : Fibula.

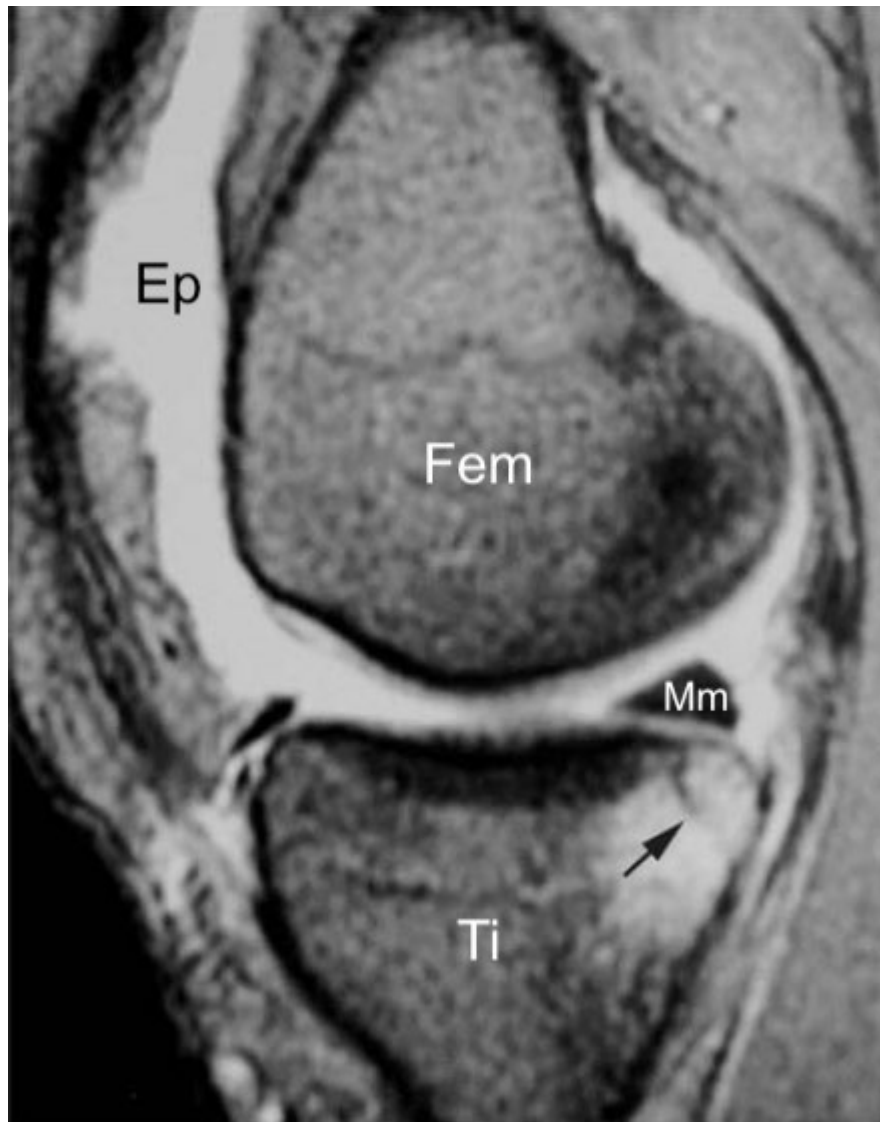
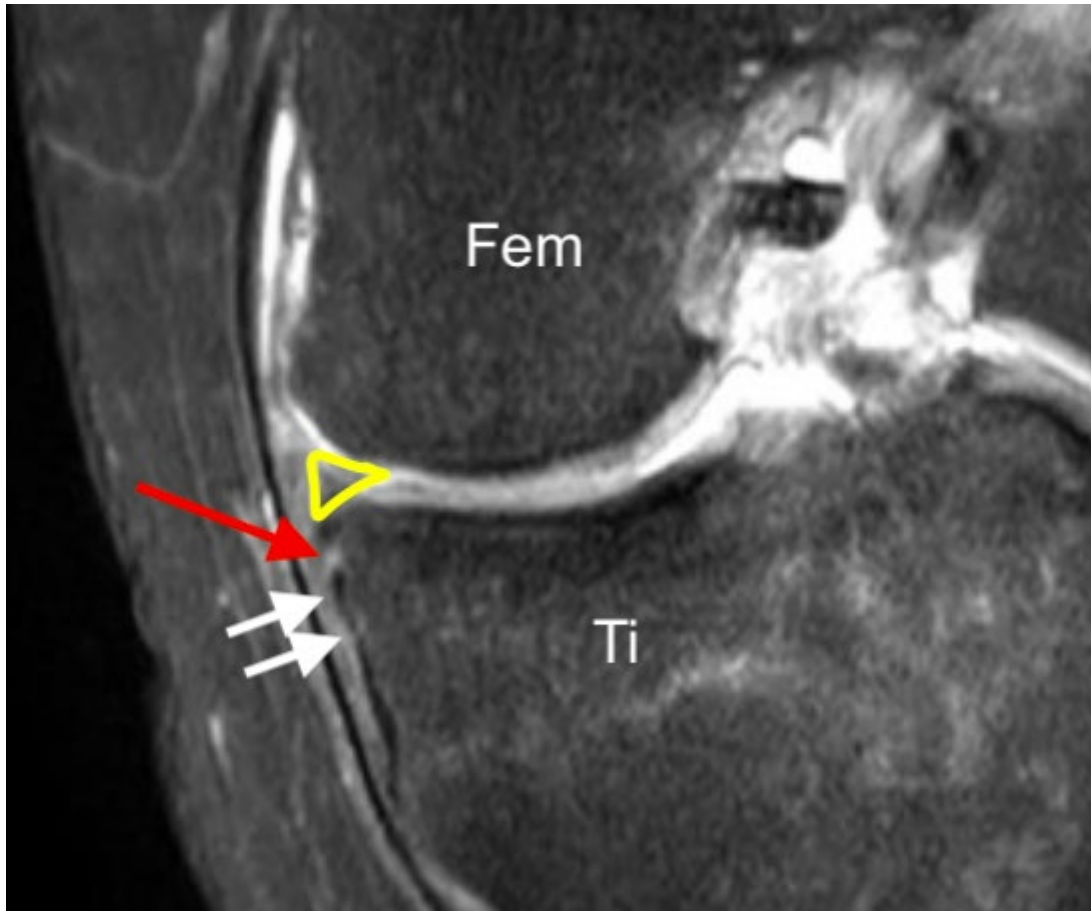


Figure 15 : IRM en coupe sagittale et pondération T2 passant par le condyle fémoral médial (Fem), le ménisque médial (Mm). On visualise une fracture (flèche noire) de l'insertion distale du tendon semi-membraneux, avec œdème osseux au pourtour. On note aussi un important épanchement intra-articulaire (Ep). Ti : Tibia. Figure issue de Beltran & al (3).



Figure 16 : Radiographie de $\frac{3}{4}$ oblique externe montrant une avulsion du bord postérieur du plateau tibial médial, emplacement de l'insertion distale du bras antérieur du tendon semi-membraneux. Figure issue de Beltran & al (3).



*Figure 17 : IRM en coupe coronale et pondération DP Fat-Sat sur laquelle on identifie une rupture avec hypersignal focal (flèche rouge) du ligament ménisco-tibial médial (flèches blanches). Le ménisque médial est entouré en jaune.
Fem : Fémur, Ti : Tibia.*

4) Rationnel de l'étude

Notre travail était motivé par un constat clair : le ménisque médial et le SMT sont deux composants anatomiques possédant un rôle synergique et essentiel dans le mouvement et la stabilité de l'angle postéro-médial genou. Alors que les fissures méniscales médiales sont un évènement fréquent en pratique courante, la tendinopathie du SMT est plus rarement rapportée, probablement du fait de son analyse plus complexe. Pourtant, malgré l'importance biomécanique de cette unité fonctionnelle, peu de publications ont étudié la relation entre les fissures méniscales médiales et lésions du SMT (6).

En cas de genou instable, avec rupture complète du ligament croisé antérieur, une corrélation significative a été observée entre des anomalies morphologiques du SMT et un œdème du plateau tibial postéromédial. Cependant, aucune corrélation significative n'a été rapportée avec la présence d'une lésion de la rampe méniscale médiale dans cette même étude, réalisée à un stade aigu (15). Au contraire, Yoon et al ont quant à eux mis en lumière une forte proportion de patients présentant un épaissement du SMT en cas d'antécédent de rupture du ligament croisé antérieur (2). Une apparition retardée de la tendinopathie pourrait expliquer ces différences d'observation.

En cas de genou stable, sans rupture du ligament croisé antérieur, une étude conduite par une équipe sud-coréenne a observé une atteinte structurale plus importante du LOP et du SMT en cas d'antécédent de fissure de la corne postérieure du ménisque médial (16). Ce travail utilise néanmoins un score semi-quantitatif généraliste aux

critères subjectifs pour évaluer le tendon en IRM, contrairement au score semi-quantitatif spécifique au SMT proposé et validé par l'étude de Yoon et al (2).

L'objectif de notre travail a ainsi été d'évaluer en IRM l'association potentielle entre tendinopathie du SMT et fissures méniscales médiales d'origine dégénérative sur des genoux stables, en prenant en compte l'âge, la présence d'ostéophytes et une apparition potentiellement retardée d'une tendinopathie du SMT à au moins 3 ans.

Matériel et méthodes

1) Considérations éthiques

Cette étude rétrospective observationnelle monocentrique a été réalisée au Centre Hospitalier Universitaire de Lille, autorisée par notre Comité d'Éthique Institutionnel et déclarée à la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (n° DEC24-186).

2) Population étudiée

La population étudiée comprenait tous les patients adultes (≥ 18 ans) ayant bénéficié d'au moins deux IRM du même genou réalisés sur la même machine à au moins trois ans d'intervalle, dans notre centre d'imagerie entre Juin 2014 et Juillet 2024. Afin de cibler uniquement les genoux stables, sans atteinte ligamentaire ou post-traumatique sévère, les critères d'exclusion de l'étude étaient :

- Un antécédent de chirurgie du genou ;
- Une rupture ligamentaire complète, notamment du ligament croisé antérieur, collatéral médial ou oblique postérieur ;
- Un rhumatisme inflammatoire chronique, une arthrite infectieuse, ou une lésion tumorale du genou.

Les données démographiques (âge, sexe, poids et taille pour le calcul de l'indice de masse corporelle) ainsi que les antécédents médicaux ou chirurgicaux ont été extraites des dossiers médicaux numériques institutionnels.

3) Acquisition IRM

Les examens ont été réalisés à partir d'une machine IRM 1,5 Tesla (Optima MR430s ; GE Healthcare, Wisconsin, USA) et d'une antenne à 16 canaux sous la supervision d'un radiologue senior spécialisé en imagerie musculosquelettique. Les participants étaient en position assise avec le genou étudié en extension complète, placé à l'intérieur de l'aimant.

Le protocole IRM comprenait 3 séquences DP Fat-Sat fast spin écho acquis dans trois plans orthogonaux suivie d'une séquence T1 fast spin écho acquis dans le plan sagittal. Les paramètres d'acquisition (séquences DP Fat-Sat) étaient les suivants :

- Répétition de Temps (TR) / Écho de Temps (TE) = 3700/35 ms
- Champ de Vue (FOV) = 145 mm
- Matrice = 512 x 512 pixels
- Épaisseur de coupe = 3 mm
- Intervalle = 0,5 mm

4) Analyse des images

Tous les examens ont été revus par un radiologue junior et un radiologue senior spécialisés en imagerie musculosquelettique (CD et SB, avec respectivement 1 et 9 ans d'expérience) sur une station de travail dédiée (IntelliSpace Radiology ; Philips Healthcare, Best, Pays-Bas). Les divergences ont été résolues par consensus.

1. Analyse du tendon distal du muscle semi-membraneux

La présence d'un hypersignal à l'enthèse du SMT dans le plan sagittal a été évaluée, et est presque constante. Cet hypersignal à l'enthèse est extrêmement fréquent en

raison de l'artefact d'angle magique lié à l'angulation naturelle de l'extrémité distale du tendon du semi-membraneux (Figure 8). Il est donc nécessaire de différencier un hypersignal artéfactuel lié à l'angle magique d'un hypersignal pathologique du tendon.

Pour ce faire, le SMT a été évalué à l'aide d'une échelle semi-quantitative initialement décrite par Yoon et al (2) et validée par Torre et al (15), basée sur quatre critères comptant chacun pour un point :

1. Un épaissement du SMT supérieur ou égal à 5 mm sur les acquisitions axiales au niveau du plateau tibial médial ;
2. Une perte de la forme en C concave au niveau de la division du tendon commun à hauteur du plateau tibial médial ;
3. Un hypersignal tendineux dans le plan axial en pondération DP Fat-Sat ;
4. Un hypersignal tendineux dans le plan sagittal en pondération DP Fat-Sat.

Une tendinopathie distale du SMT a été définie par un score SMT ≥ 2 . Des exemples de SMT normal sont illustrés sur les Figures 18 et 19 ; des exemples de SMT anormal sont montrés sur les Figures 20 à 24.

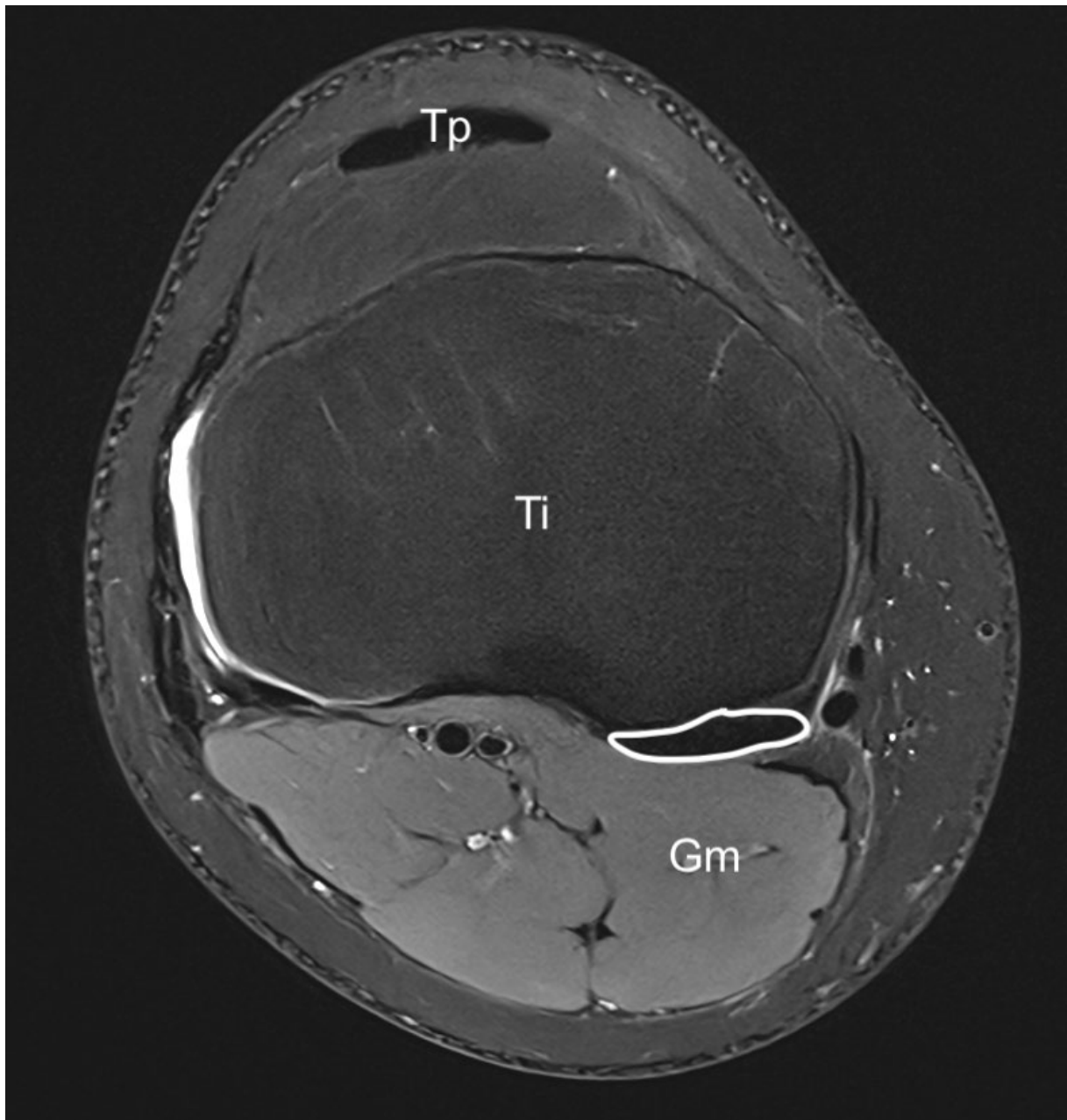


Figure 18 : IRM en coupe axiale et pondération DP Fat-Sat sous l'interligne articulaire, permettant de retrouver un tendon distal du semi-membraneux (SMT ; contouré en blanc) de morphologie normale : concave vers l'avant en forme de C, hypointense et fin (<5mm). Tp : Tendon patellaire, Ti : Tibia. Gm : Gastrocnémien médial (corps musculaire). St : Semi-tendineux.

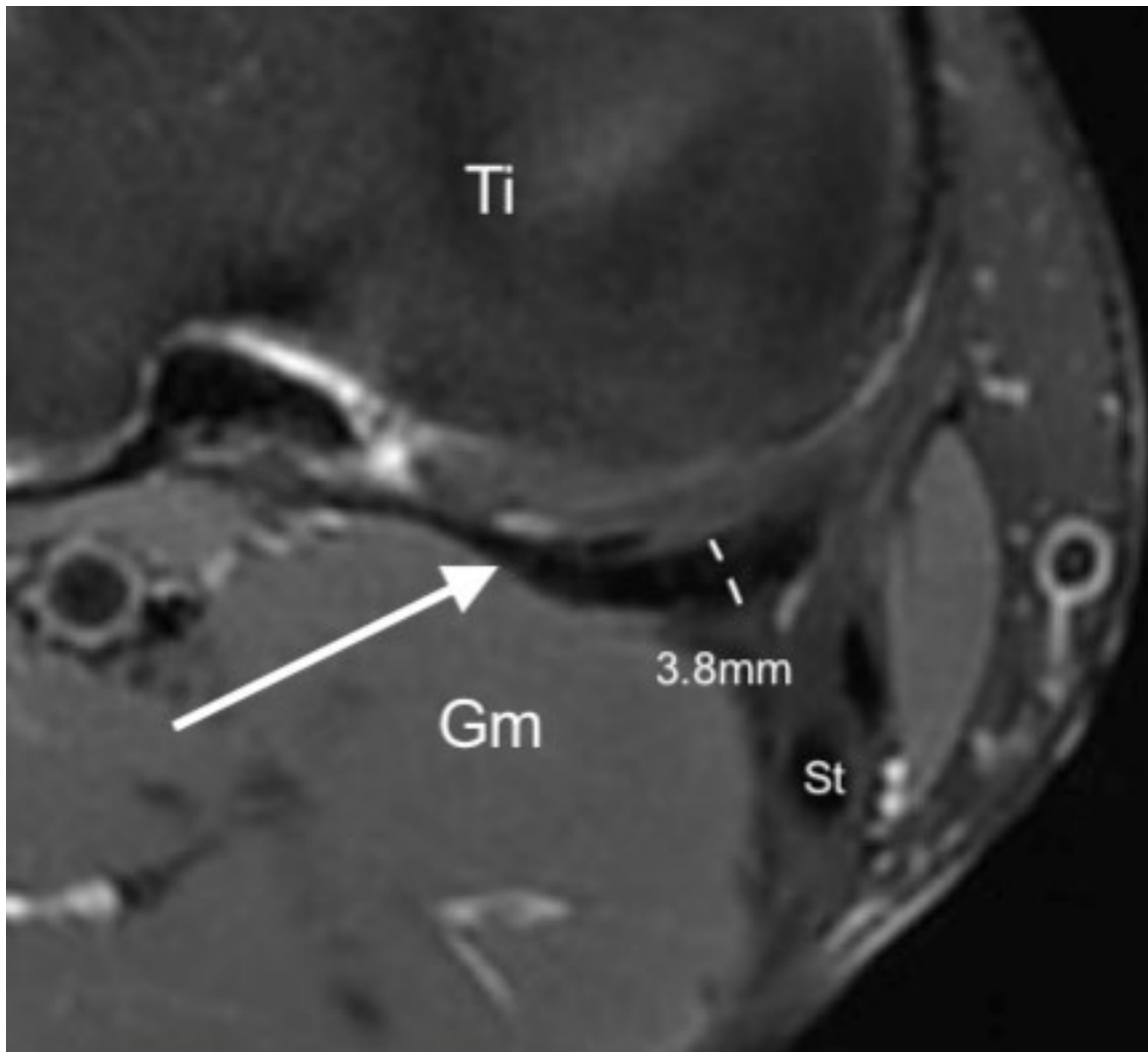


Figure 19 : IRM en coupe axiale en pondération DP Fat-Sat. On peut voir le tendon distal du semi-membraneux, qui apparaît de morphologie normale : fin (> 5 mm), hypointense en DP Fat-Sat et concave vers l'avant. On peut voir ciblé par la flèche blanche le bras récurrent. Ti : Tibia. St : Semi-tendineux. Gm : Gastrocnémien médial.

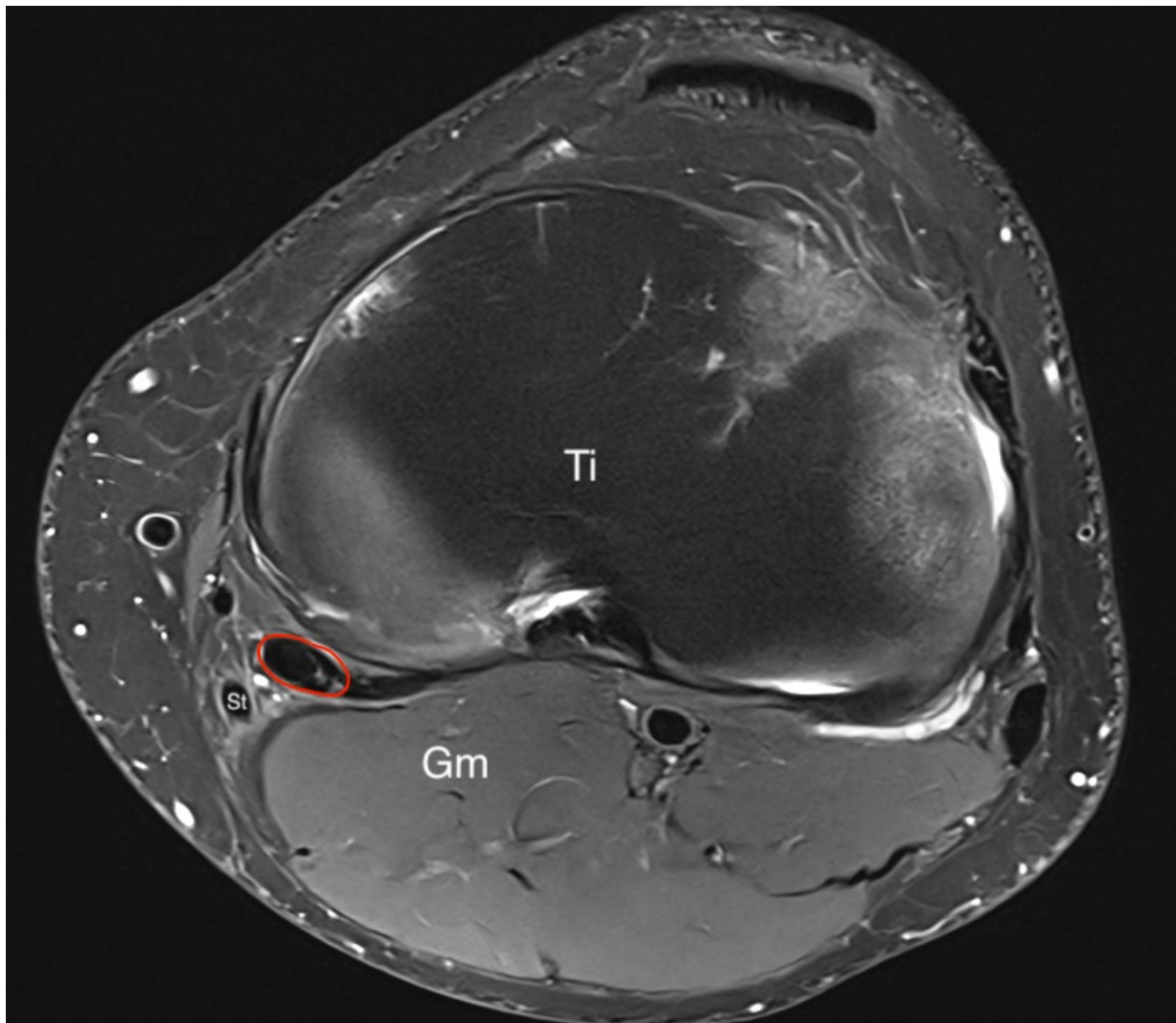


Figure 20 : IRM en coupe axiale et pondération DP Fat-Sat, sous l'interligne articulaire, sur laquelle on objective un aspect anormal du tendon distal du semi-membraneux (cerclé de rouge), perdant sa forme classique concave et prenant une forme convexe. Ti : Tibia. Gm : Gastrocnémien médial (corps musculaire). St : Semi-tendineux

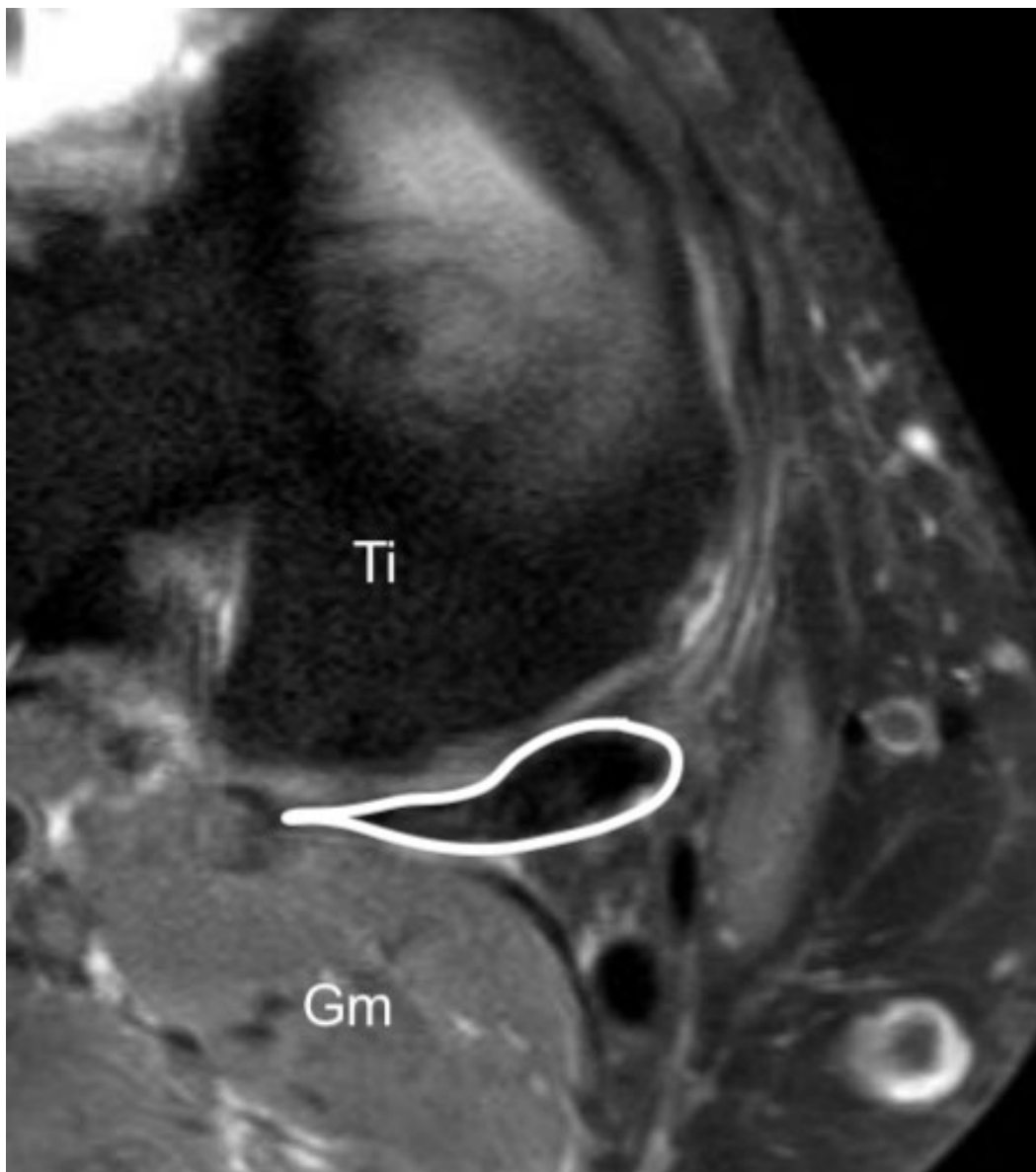


Figure 21 : IRM en coupe axiale et pondération DP Fat-Sat sous l'interligne articulaire sur lequel on peut observer le SMT (entouré de blanc) de morphologie anormale : il est épaissi et de forme convexe vers l'avant. On observe médialement son expansion récurrente. Ti : Tibia. Gm : Gastrocnémien médial (corps musculaire).

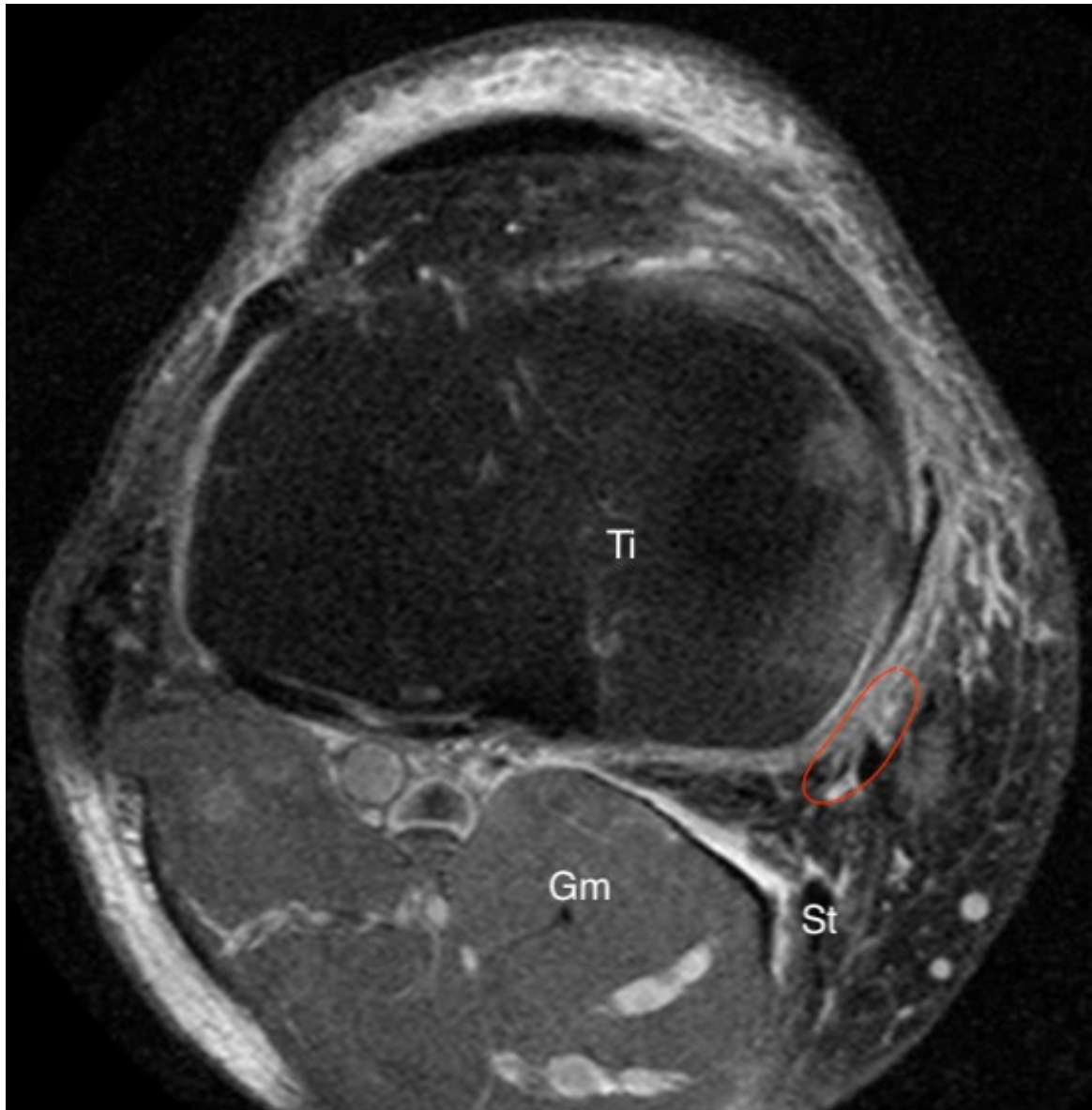
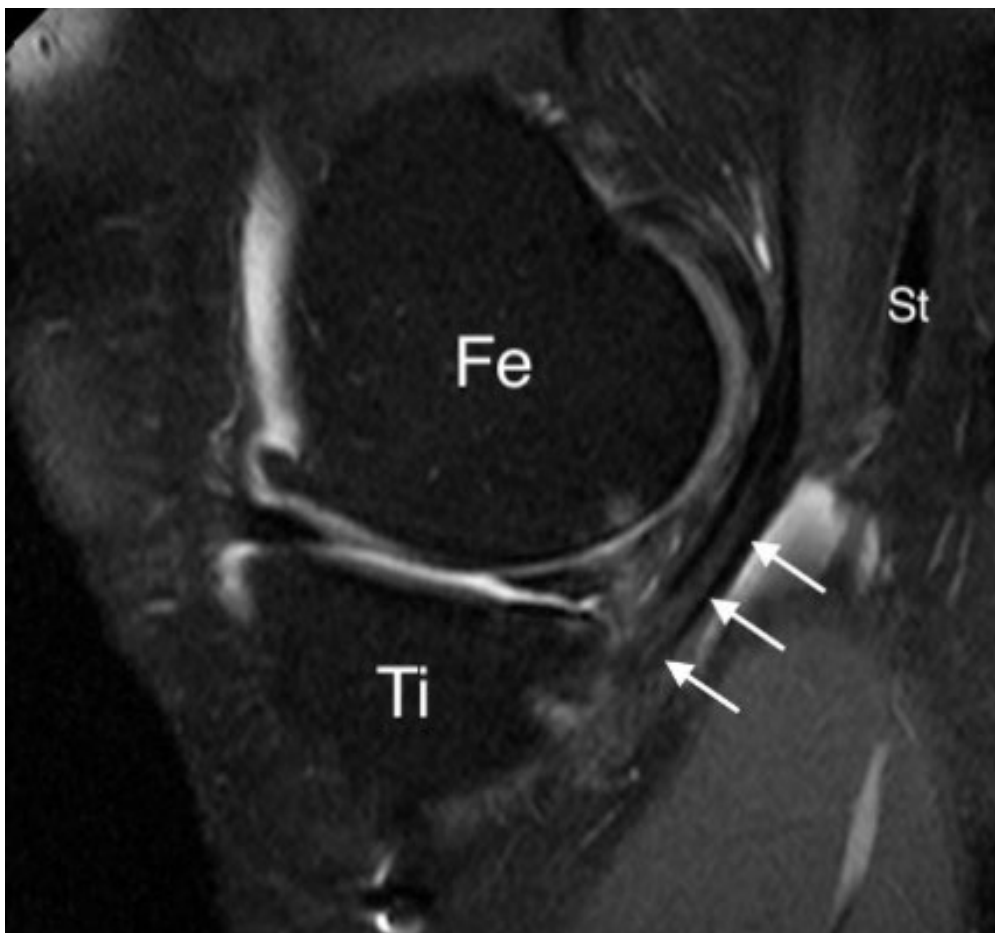


Figure 22 : IRM en coupe axiale et pondération DP Fat-Sat, sous l'interligne articulaire, avec aspect de rupture du tendon semi-membraneux : en effet, en lieu et place de celui-ci (cercle rouge), on ne retrouve pas de structure hypointense individualisable, mais une infiltration en hypersignal DP des parties molles. Ti : Tibia, Gm : Gastrocnémien médial (corps musculaire), St : Semi-tendineux.



*Figure 23 : IRM en coupe sagittale médiale et pondération DP Fat-Sat passant le tiers médial du condyle fémoral médial. On peut observer le tendon du semi-membraneux (flèches), siège d'un hypersignal étendu pathologique.
Fe : Fémur, Ti : Tibia, St : Semi-tendineux.*

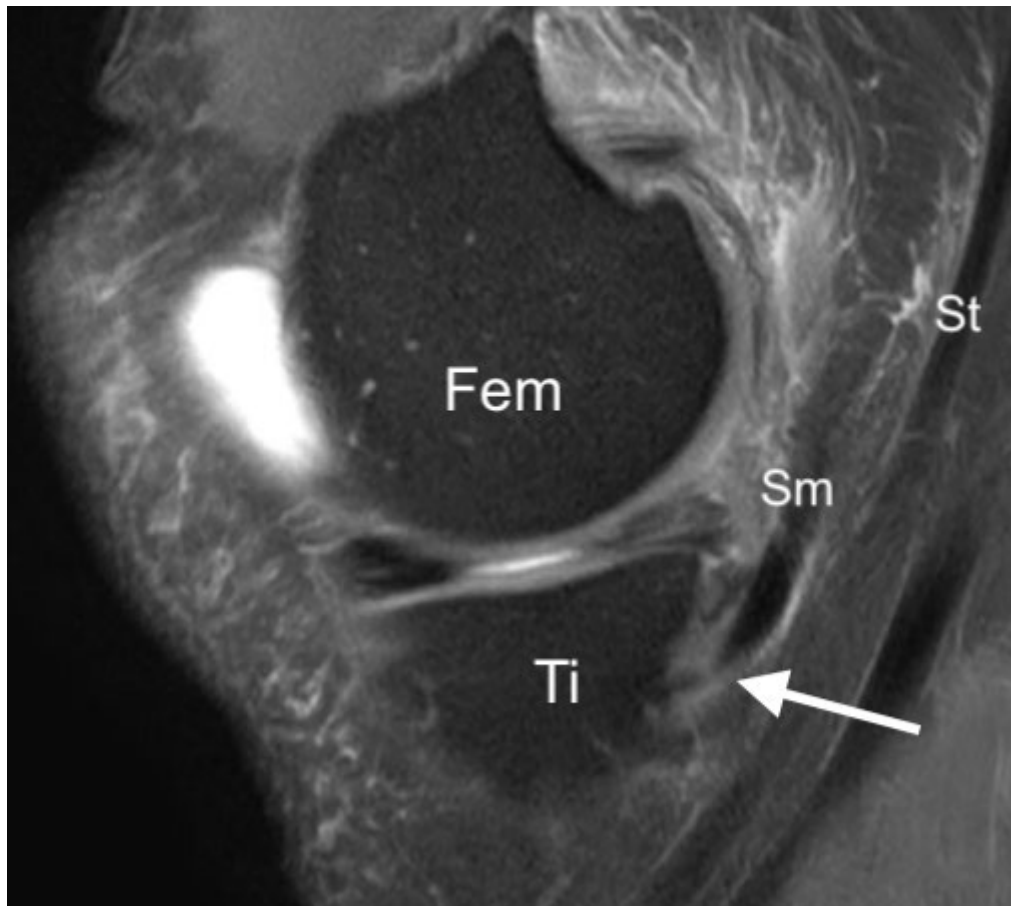


Figure 24 : IRM en coupe sagittale médiale et pondération DP Fat-Sat passant par l'interligne fémoro-tibial. On peut observer le tendon du semi-membraneux (Sm), siège d'un hypersignal étendu pathologique (Flèche). Fem : Fémur, Ti : Tibia, St : Semi-tendineux.

2. Analyse du ménisque médial

Les fissures méniscales médiales ont été définies comme des hypersignaux en pondération DP, atteignant la surface articulaire du ménisque sur au moins deux coupes contiguës. Les fissures ont été classées comme dégénératives selon la classification rapportée par Boyer et Dorfmann (Figure 25 et 26) (17). Les fissures longitudinales ou radiales verticales étendues ont été considérées comme post-traumatiques et non d'origine dégénérative.

Les sujets ont été répartis en trois groupes selon l'absence, l'apparition ou la préexistence d'une fissure méniscale médiale.

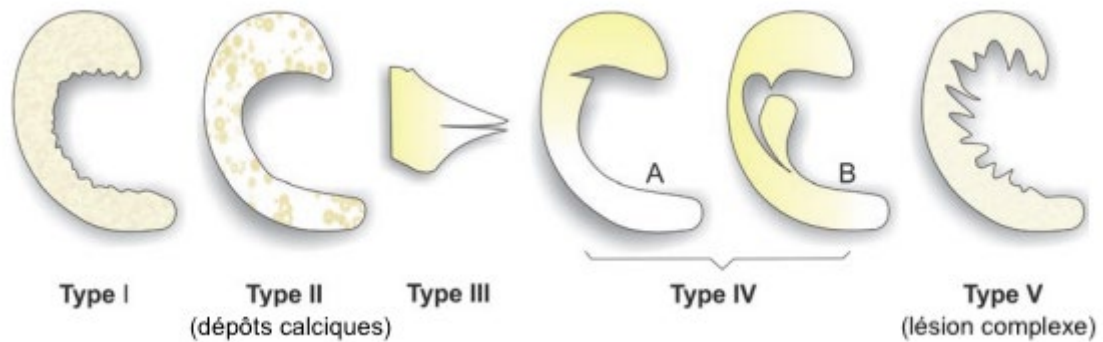


Figure 25 : Classification d'après Dorfmann et Boyer des ménisques dégénératifs (17,18). Type I : Pas d'interruption de la structure méniscale. Type II : Dépôts calciques au sein du ménisque (chondrocalcinose). Type III : Fissure horizontale (le ménisque est visualisé ici en coupe transversale). Type 4 : fissure radiaire focale (Type IVa) ou flap méniscal (Type IVb). Type V : fissure complète, souvent associée à des lésions d'arthrose.

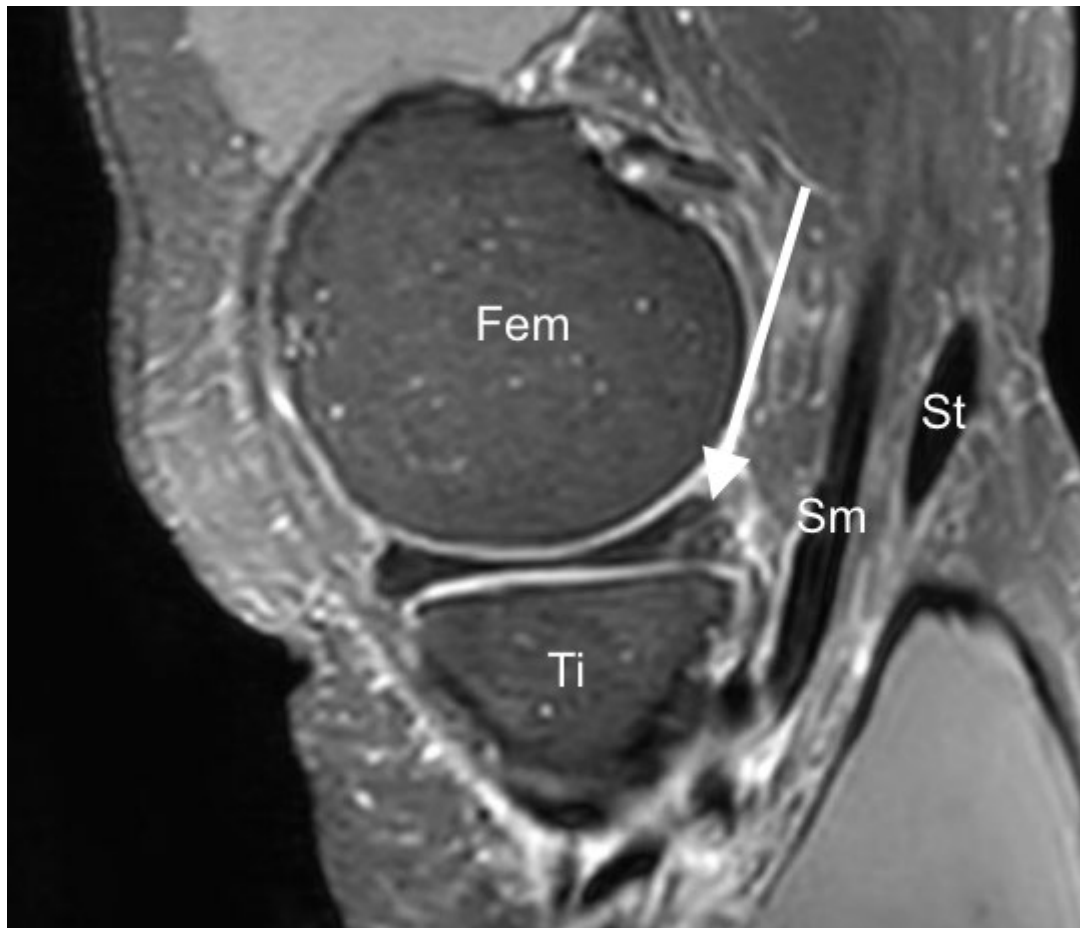


Figure 26 : IRM en coupe sagittale et pondération DP Fat-Sat montrant une fissure horizontale de la corne postérieure du ménisque médial (flèche blanche), correspondant à un ménisque de type III selon la classification de Dorfmann et Boyer. Fem : Fémur. Ti : Tibia. Sm : SMT. St : Semi-tendineux.

3. Autres informations IRM recueillies

D'autres informations morphologiques, telles que la présence d'un œdème osseux postéro-médial (fémoral ou tibial), d'ostéophytes médiaux et/ou postérieurs, ou d'une bursite du SMT, ont également été rapportées.

5) Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de GraphPad Prism version 10.2.3 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA).

Les données ont d'abord été soumises à un test de normalité en utilisant le test de normalité omnibus de D'Agostino-Pearson pour déterminer les tests statistiques appropriés à appliquer par la suite. Pour les données normalement distribuées, les comparaisons entre plusieurs groupes ont été effectuées à l'aide d'une analyse de variance unidirectionnelle (ANOVA), suivie du test post-hoc de Tukey pour les comparaisons par paires. Pour les données non normales, le test de Kruskal-Wallis a été utilisé, suivi du test post hoc de Dunn. Les variables catégorielles ont été comparées en utilisant le test exact de Fisher.

Une analyse de régression logistique multiple a été réalisée pour évaluer l'influence potentielle de plusieurs variables. Le premier modèle, basé sur l'ensemble de la cohorte, a été utilisé pour évaluer la présence d'une tendinopathie distale du semi-membraneux (score SMT ≥ 2) en tant que variable dépendante. Le second modèle, basé sur un sous-groupe (excluant les patients ayant une fissure méniscale médiale préexistante) a évalué l'apparition d'une fissure méniscale médiale comme variable dépendante selon l'aspect IRM initial du SMT. Les variables incluses dans l'analyse multivariée ont été choisies en fonction de leur pertinence clinique et des résultats des analyses univariées ($p < 0,20$).

Les odds-ratios (OR) sont rapportés avec leurs intervalles de confiance (IC) associés à 95%. Les résultats sont exprimés sous forme de moyenne $\pm$ écart-type pour les données normalement distribuées ou sous forme de médiane [25^e percentile, 75^e percentile] pour les données non normalement distribuées.

Les tests statistiques ont été effectués en utilisant un seuil α bilatéral de 0,05.

RESULTATS

1) Données démographiques

1. Diagramme de flux

131 patients ont bénéficié de 2 IRM de genou à au moins 3 ans d'intervalle sur le même genou et la même machine, entre 2014 et 2024. Parmi ceux-ci, 69 avaient un antécédent de chirurgie de genou, un traumatisme majeur ou une lésion ligamentaire rendant le genou instable. Les 62 restants ont été inclus dans l'analyse statistique finale.

Dans cette cohorte de 62 patients, 31 n'avaient pas de fissure méniscale médiale sur les 2 IRM réalisées, 8 ont vu apparaître une fissure méniscale médiale sur la deuxième IRM, et 23 avaient une fissure méniscale médiale présente sur les 2 examens (Figure 27).

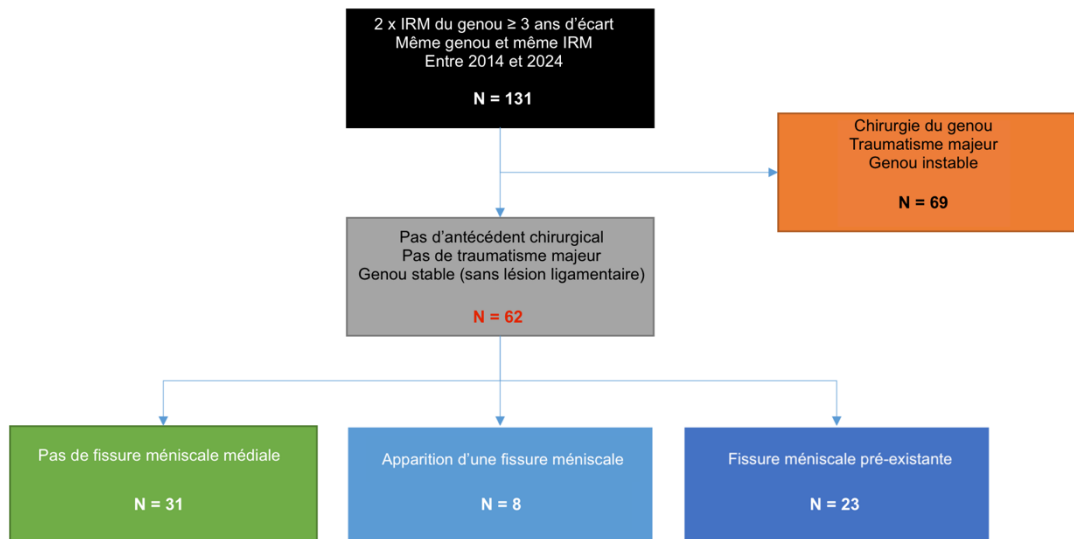


Figure 27 : Diagramme de flux détaillant la population étudiée dans ce travail.

2. Paramètres démographiques

Cette cohorte totale de 62 patients (32 hommes et 30 femmes) a bénéficié de deux examens IRM avec un délai moyen de $5,3 \pm 1,7$ an. L'âge moyen lors de la dernière exploration du genou était de $50,8 \pm 14,7$ ans, avec un IMC moyen de $26,6 \pm 5,4$ kg/m². Aucun côté préférentiel n'a été exploré (32 genoux droits et 30 genoux gauches).

Toutes les fissures méniscales ont été classées comme dégénératives :

- 26 fissures horizontales (type III de Dorfmann)
- 1 fissure radiale focale (type IV)
- 4 fissures complexes avec perte de substance (type V).

Les caractéristiques détaillées sont rapportées dans le Tableau 1.

Tableau 1 - Caractéristiques démographiques

Fissure méniscale médiale	Tous	Absente	Apparue	Pré-existante	p
Nombre de patients (n)	62	31	8	23	-
Nombre d'examens (n)	124	62	16	46	-
Âge au dernier examen (années)	50,8 ± 14,7	42,0 ± 12,6	54,0 ± 8,1	61,7 ± 11,4	<0,0001
Délai entre examens (années)	5,3 ± 1,7	5,1 ± 1,7	5,6 ± 2,0	5,4 ± 1,6	0,370
IMC (kg/m ²)*	26,6 ± 5,4	25,8 ± 5,4	27,9 ± 5,8	26,9 ± 5,6	0,713
Latéralité (D:G)	32:30	16:15	5:3	11:12	0,830
Sex-ratio (H:F)	32:30	17:14	3:5	12:11	0,727
Fissure horizontale ± radiaire focale	27 ± 43,5	-	7 ± 87,5	20 ± 87,0	-
Fissure complexe	4 ± 6,5	-	1 ± 12,5	3 ± 13,0	-
Douleurs chroniques	94 ± 75,8	46 ± 74,2	10 ± 62,5	38 ± 82,6	ns
Traumatisme mineur	25 ± 20,2	14 ± 22,6	5 ± 31,3	6 ± 13,0	
Autres**	5 ± 4,0	2 ± 3,2	1 ± 6,3	2 ± 4,3	
Douleurs médiales	25 ± 20,2	8 ± 12,9	6 ± 37,5	11 ± 23,9	ns
Douleurs latérales, antérieures ou diffuses	32 ± 25,8	27 ± 43,5	2 ± 12,5	3 ± 6,5	
Douleurs non précisées	67 ± 54,0	27 ± 43,5	8 ± 50,0	32 ± 69,6	

* Données manquantes pour 22 patients.

** Autres indications : blocages (2), tuméfaction ou recherche de kyste poplité (2), suspicion d'ostéonécrose (1), contrôle d'ostéochondrose latérale (1)

2) Évaluation IRM

1. Aspect du SMT en IRM

Le score SMT était significativement différent entre les groupes, avec une valeur plus élevée chez les patients ayant une fissure préexistante que dans les deux autres groupes.

Cette observation a été faite aussi bien lors de l'examen de suivi (score SMT : 3 [2, 3] dans le groupe fissure préexistante contre 1 [0,25, 2] et 0 [0, 2] dans les groupes apparition de fissure et sans fissure, respectivement ; p < 0,001) que lors de l'évaluation IRM initiale (score SMT : 2 [2, 3] contre 1 [0,25, 1,75] et 0 [0, 1], respectivement ; p < 0,001).

Un score SMT ≥ 2 a été observé chez 19 (82,6 %), 3 (37,5 %) et 9 (29,0 %) des patients lors du suivi ($p < 0,001$).

Une description plus détaillée de la distribution des scores IRM est fournie dans le Tableau 2.

Tableau 2 - Analyse IRM morphologique

Fissure méniscale médiale	Tous	Absente	Apparue	Pré-existante	<i>p</i>
Nombre de patients (<i>n</i>)	62	31	8	23	-
Score SMT					
Examen récent	1,5 [0, 3]	0 [0, 2]	1 [0,25, 2]	3 [2, 3]	<0,001
Examen ancien	1 [0, 2]	0 [0, 1]	1 [0,25, 1,75]	2 [2, 3]	<0,001
Bursite du tendon semi-membraneux					
Examen récent	5 (8,1)	3 (9,7)	1 (12,5)	1 (4,3)	0,679
Examen ancien	8 (12,9)	3 (9,7)	1 (12,5)	4 (17,4)	0,705
Infiltration capsulo-méniscale médiale					
Examen récent	27 (43,5)	4 (12,9)	6 (75,0)	17 (73,9)	<0,0001
Examen ancien	20 (32,3)	1 (3,2)	1 (12,5)	18 (78,3)	<0,0001
Ostéophytose fémoro-tibiale médiale					
Examen récent	26 (41,9)	9 (29,0)	1 (12,5)	16 (69,6)	0,002
Examen ancien	18 (29,0)	5 (16,1)	0 (0,0)	13 (56,5)	0,001
Œdème osseux tibial postéro-médial					
Examen récent	7 (11,3)	2 (6,5)	2 (25,0)	3 (13,0)	0,264
Examen ancien	1 (1,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (4,3)	0,500

2. Autres éléments morphologiques en IRM

Lors de l'examen de suivi, les ostéophytes étaient significativement plus fréquents chez les patients ayant une fissure préexistante ($n = 16$ (69,6 %) contre 1 (12,5 %) et 9 (29,0 %) dans les groupes apparition de fissure et sans fissure, respectivement ; $p < 0,0001$). Néanmoins, moins d'ostéophytes ont été observés lors de l'examen initial ($n = 13$ (56,5 %) contre 0 (0,0 %) et 5 (16,1 %), respectivement ; $p < 0,0001$).

De plus, il n'y avait pas de différences significatives entre les groupes en ce qui concerne la présence de bursite du SMT, d'œdème fémoral ou tibial postéro-médial. Les comparaisons détaillées sont présentées dans le Tableau 3.

Tableau 3 - Évaluation du tendon distal du muscle semi-membraneux selon le score SMT

Fissure méniscale médiale	Tous	Absente	Apparue	Pré-existante	p
Nombre de patients (n)	62	31	8	23	-
Score SMT ≥ 2					
Examen récent	31 ± 50,8	9 ± 29,0	3 ± 37,5	19 ± 82,6	<0,001
Examen ancien	24 ± 38,7	4 ± 12,9	2 ± 25,0	18 ± 78,3	<0,0001
Épaisseur (mm)					
Examen récent	4,5 ± 1,1	4,1 ± 0,7	4,0 ± 0,7	5,1 ± 0,9	<0,001
Examen ancien	4,3 ± 0,9	3,9 ± 0,9	4,1 ± 0,8	4,9 ± 0,8	<0,001
Épaisseur > 5 mm					
Examen récent	25 ± 40,3	8 ± 25,8	1 ± 12,5	16 ± 69,6	0,001
Examen ancien	15 ± 24,2	4 ± 12,9	1 ± 12,5	10 ± 43,5	0,031
Forme convexe					
Examen récent	25 ± 40,3	10 ± 32,3	3 ± 37,5	12 ± 52,2	0,343
Examen ancien	21 ± 33,9	6 ± 19,4	2 ± 25,0	13 ± 56,5	0,014
Hypersignal T2 étendu en axial					
Examen récent	20 ± 32,3	4 ± 12,9	3 ± 37,5	13 ± 56,5	0,002
Examen ancien	17 ± 27,4	1 ± 3,2	2 ± 25,0	14 ± 60,9	<0,0001
Hypersignal T2 étendu en sagittal					
Examen récent	26 ± 41,9	8 ± 25,8	4 ± 50,0	14 ± 60,9	0,034
Examen ancien	18 ± 29,0	5 ± 16,1	3 ± 37,5	10 ± 43,5	0,078

3) Association avec les fissures du ménisque médial

1. Analyse univariée

Sur la base de l'examen IRM de suivi, des analyses univariées considérant un score SMT ≥ 2 comme variable dépendante ont été réalisées sur l'ensemble de la cohorte. Parmi les paramètres extraits, l'âge (OR : 1,07 [1,03-1,12] ; $p = 0,002$) et la présence d'un ostéophyte (OR : 5,43 [1,86-17,41] ; $p = 0,003$) étaient significativement associés à une tendinopathie du SMT, mais pas l'IMC (OR : 1,06 [0,94-1,20] ; $p = 0,340$).

Sur la base de l'examen IRM initial, l'âge (OR : 1,07 [1,03-1,13] ; $p = 0,002$), la présence d'ostéophytes (OR : 5,56 [1,68-22,24] ; $p = 0,008$) et une fissure préexistante du ménisque médial (OR : 10,69 [3,24-43,34] ; $p < 0,001$) étaient des facteurs de risque à la survenue d'une tendinopathie du SMT sur l'examen de suivi.

Autrement dit, l'absence de fissure méniscale lors de l'examen initial était un facteur protecteur contre la survenue d'une tendinopathie du SMT (OR : 0,09 [0,02-0,31] ; $p < 0,0001$).

2. Analyse multivariée

L'analyse multivariée, ajustée sur l'âge, l'absence d'ostéophytes, l'absence de fissure méniscale lors de l'examen initial et sur le délai entre les examens, a rapporté l'absence de fissure méniscale comme un facteur protecteur indépendant (OR : 0,20 [0,04-0,83] ; $p = 0,032$).

Les analyses univariées et multivariées sont résumées dans le Tableau 4 (analyse univariée) et 5 (analyse multivariée).

Tableau 4 - Régression logistique univariée déterminant une tendinopathie distale du semi-membraneux.

	Score SMT ≥ 2			Épaisseur ≥ 5 mm			Tendinopathie active		
	OR	IC (95%)	<i>p</i>	OR	IC (95%)	<i>p</i>	OR	IC (95%)	<i>p</i>
Âge	1,07	1,03 – 1,12	0,002	1,06	1,02 – 1,11	0,004	1,07	1,03 – 1,12	0,002
Ostéophyte	5,43	1.86 – 17.41	0.003	4.80	1.66 – 14.94	0.005	4.29	1.50 – 13.10	0,008
Ostéophyte sur l'examen initial	5,56	1,68 – 22,24	0,008	4,77	1,52 – 16,39	0,009	5,03	1,58 – 18,22	0,009
Indice de masse corporelle	1,06	0,94 – 1,20	0,340	1,05	0,93 – 1,19	0,449	1,09	0,96 – 1,24	0,191
Fissure méniscale préexistante	10,69	3,24 – 43,34	<0,001	7,62	2,49 – 25,80	<0,001	10,44	3,27-38,91	<0,001
Périméniscite	6,23	2,12 – 20,20	0,001	3,13	1,11 – 0,26	0,034	9,64	3,15 – 33,17	0,0001
Périméniscite sur l'examen initial	7,20	2,19 – 28,83	0,002	4,64	1,53 – 15,21	0,008	6,69	2,12 – 24,35	0,002
Absence de fissure méniscale	0,09	0,02 – 0,31	<0,0001	0,13	0,04 – 0,40	<0,0001	0,10	0,03 – 0,31	<0,0001

Tableau 5 - Régression logistique multivariée déterminant une tendinopathie distale du semi-membraneux

Paramètre	OR	IC (95%)	p
Score SMT ≥ 2			
Âge à l'examen initial	1,04	0,99 – 1,10	0,139
Absence de fissure méniscale sur l'examen initial	0,21	0,04 – 0,86	0,036
Absence d'ostéophytose sur l'examen initial	0,45	0,10 – 1,98	0,285
Anomalies de signal tendineux			
Âge à l'examen initial	1,04	0,98 – 1,09	0,185
Absence de fissure méniscale sur l'examen initial	0,20	0,04 – 0,80	0,027
Absence d'ostéophytose sur l'examen initial	0,51	0,12 – 2,21	0,353

4) Prédiction d'une fissure du ménisque médial

Une analyse de sous-groupe ne considérant que les patients des groupes sans fissure ou avec une fissure apparue (excluant donc les patients avec des fissures méniscales médiales préexistantes) a été réalisée pour évaluer la survenue d'une fissure du ménisque médial (variable dépendante) selon l'aspect IRM initial du SMT.

1. Analyse univariée

Les analyses univariées ont rapporté que l'âge était le seul facteur significatif associé (OR : 1,10 [1,02-1,20] ; p = 0,028 lors de l'examen de suivi et OR : 1,09 [1,01-1,20] ; p = 0,036 lors de l'examen initial).

Le score SMT lors de l'IRM initiale avait un odds-ratio de 1,77 [0,76-4,23] (p = 0,175).

2. Analyse multivariée

L'analyse multivariée, ajustée sur l'âge, le score SMT lors de l'examen initial et considérant le délai entre les examens, n'a mis en évidence que l'âge comme facteur

de risque indépendant pour la prédiction de survenue d'une fissure du ménisque médial lors du nouvel examen (OR : 1,10 [1,02-1,22] ; $p = 0,027$).

Les analyses univariées et multivariées sont résumées dans le Tableau 6 (régression logistique univariée) et le Tableau 7 (régression logistique multivariée).

Tableau 6 - Régression logistique univariée déterminant une fissure méniscale médiale (analyse réalisée uniquement parmi les patients des sous-groupes « Absence de fissure » et « Fissure apparue »)

Fissure méniscale médiale sur l'examen récent			
Paramètre	OR	IC (95%)	p
Âge	1,10	1,02 – 1,20	0,028
Indice de masse corporelle	1,08	0,89 – 1,34	0,442
Présence d'un ostéophyte sur l'examen récent	0,35	0,02 – 2,39	0,356
Épaisseur sur l'examen récent	0,94	0,40 – 2,10	0,879
Épaisseur sur l'examen initial	1,22	0,49 – 3,17	0,665
Score de Torre sur l'examen récent	1,24	0,69 – 2,14	0,448
Score de Torre sur l'examen initial	1,77	0,76 – 4,23	0,175
Anomalies de signal sur l'examen récent	2,06	0,35 – 10,77	0,395
Anomalies de signal sur l'examen initial	2,07	0,09 – 24,86	0,574

Tableau 7 - Régression logistique multivariée déterminant une fissure méniscale médiale (analyse réalisée uniquement parmi les patients des sous-groupes « Absence de fissure » et « Fissure apparue »).

Fissure méniscale médiale sur l'examen récent			
Paramètres	OR	IC (95%)	p
Âge	1,10	1,02 – 1,21	0,029
Score de Torre sur l'examen initial	2,32	0,25 – 18,44	0,421

DISCUSSION

Notre étude met en évidence un lien entre fissure dégénérative du ménisque médial et tendinopathie du SMT. Son design permet de prendre en compte les changements structuraux progressifs qui peuvent survenir dans ces deux éléments-clés de l'angle postéromédial du genou, en évaluant deux IRM réalisées à au moins trois ans d'intervalle.

1) Résultats principaux

1. Une prévalence élevée de tendinopathie du SMT

Le premier résultat à souligner est la forte prévalence de tendinopathies du SMT chez les patients présentant une fissure méniscale médiale. Dans notre cohorte, nous avons observé 82,6% de SMT anormaux en IRM chez les patients ayant des fissures préexistantes. La fréquence exacte de la tendinopathie distale du semi-membraneux est inconnue dans la littérature actuelle et mérite par conséquent d'être précisée (12).

La complexité anatomique des insertions distales et la présence quasi-constante d'un artefact d'angle magique au niveau du bras antérieur (ou réfléchi) du SMT rendent l'évaluation de ce tendon difficile, ce qui explique au moins partiellement pourquoi ce tendon est largement sous-évalué dans les comptes rendus radiologiques. Pour standardiser et faciliter son évaluation, nous avons utilisé une échelle semi-quantitative initialement décrite par Yoon et al et validée par Torre et al, qui ont rapporté un taux d'accord inter-évaluateurs de 82,7 % (Cohen κ de 0,78) (2). La combinaison de plusieurs éléments, en particulier l'épaississement et la perte de la forme en C à la bifurcation du tendon distal, compense un hypersignal DP isolé, bien

que potentiellement ambigu. Néanmoins, nos observations concordent avec celles des études précédentes.

En effet, Lee et al ont également rapporté des grades plus élevés de tendinopathie fissuraire du SMT chez les patients ayant une fissure de la corne postérieure du ménisque médial (que la racine postérieure soit intacte ou pas) par rapport à ceux sans fissure de la corne postérieure du ménisque médial (16). Torre et al ont également rapporté une forte prévalence d'anomalies du SMT, avec 52,4% d'altérations en signal en IRM avant réalisation d'une arthroscopie chez les patients ayant une lésion aiguë du ligament croisé antérieur et une lésion de la rampe de la corne postérieure du ménisque médial (15).

2. L'absence de fissure méniscale médiale dégénérative est protecteur

Notre deuxième résultat-clé approfondit cette association, et n'a jamais été précédemment rapporté. Nous avons constaté que l'absence de fissure dégénérative du ménisque médial était un facteur protecteur indépendant contre la présence d'une tendinopathie du SMT sur un examen IRM réalisé à trois ans (délai moyen de 5,3 ans), en tenant compte de l'âge, du délai entre les examens et de l'absence d'ostéophytes à l'examen initial comme facteurs confondants.

Dans les genoux instables, le score SMT était significativement corrélé aux contusions osseuses du plateau tibial postéromédial mais pas aux lésions de la rampe (15). Yoon et al n'ont rapporté aucune différence significative dans la proportion de patients avec une fissure du ménisque médial parmi les sujets avec ou sans épaissement anormal ou anomalie de signal du SMT en IRM. (2)

Les populations de patients d'où provenaient les participants étaient différentes (genou instable versus genou stable) ou plus hétérogènes (inclusion de patients avec ou sans lésion ligamentaire), ce qui a pu contribuer à une potentielle limitation des explorations statistiques dans ces études antérieures en introduisant un biais de sélection.

De plus, nous émettons l'hypothèse que les altérations structurales des différents éléments de l'angle postéro-médial du genou nécessitent du temps pour s'installer. Notre étude s'est ainsi construite en sélectionnant des examens ayant au moins 3 ans d'écart.

2) Biomécanique et pathogenèse

Bien que nous ayons observé une association indépendante entre un SMT anormal lors du suivi et une fissure méniscale médiale dégénérative lors de l'examen initial, la pathogenèse exacte reste floue. L'apparition d'une tendinopathie distale du muscle semi-membraneux et/ou d'une méniscopathie médiale est probablement d'origine multifactorielle.

1. Importance de l'âge et de la gonarthrose

L'âge et l'arthrose sont déjà 2 facteurs dont la corrélation avec les fissures du ménisque médial n'est plus à démontrer (19).

Notre analyse univariée a révélé une association significative entre l'âge, les ostéophytes et un score SMT ≥ 2 . Ces observations sont en accord avec celles de Yoon et al qui ont également rapporté une association indépendante et significative entre arthrose, morphologie et signal normal du SMT en IRM (2).

Cependant, lors de l'analyse multivariée, les ostéophytes n'apparaissaient pas comme un facteur indépendant de survenue d'une tendinopathie du SMT. Ce résultat est néanmoins à nuancer par un modèle statistique ou une puissance probablement insuffisante. En effet, en raison de leur proximité anatomique, les ostéophytes situés à la partie postéro-médiale du genou peuvent favoriser un stress mécanique répétitif et induire une tendinopathie du SMT.

2. Prédiction d'une fissure méniscale médiale

Pour approfondir notre étude statistique, nous avons mené une analyse de sous-groupe pour évaluer l'apparition d'une fissure du ménisque médial lors du suivi, en fonction du score SMT initial et en tenant compte du délai entre les examens. Nous avons constaté que l'âge était le seul facteur indépendant lors de l'analyse multivariée.

La corne postérieure du ménisque médial est étroitement liée aux divisions du SMT, avec des attaches indirectes via la capsule articulaire, les ligaments ménisco-tibial et ménisco-capsulaire. L'altération seule du SMT serait insuffisante pour induire une méniscopathie médiale fissuraire. Nos résultats suggèrent ainsi que l'arthrose et les fissures méniscales médiales pourraient être les premiers événements de la cascade dégénérative du genou, l'atteinte du SMT étant secondaire.

Néanmoins, les considérations biomécaniques soulevées par ces observations nécessitent des études supplémentaires pour améliorer la prise en charge des patients et limiter la survenue de lésions satellites.

3) Limites

La force de notre étude réside dans son approche originale, en considérant l'imagerie de suivi pour évaluer la relation entre les fissures dégénératives du ménisque médial et le tendon SMT. Cependant, cette étude présente plusieurs limites qui doivent être évoquées.

Tout d'abord, le caractère rétrospectif et monocentrique de notre travail empêche d'obtenir une homogénéité parfaite de la population étudiée.

Ensuite, la nature observationnelle de cette étude ne permet pas non plus de tirer des conclusions définitives quant à la causalité des événements observés.

Néanmoins, les acquisitions IRM ont été réalisées selon un protocole standardisé et avec des paramètres constants, permettant ainsi une étude comparable de l'intensité du signal du ménisque médial et du SMT.

En complément, d'autres facteurs pouvant influencer la stabilité du genou n'étaient pas disponibles pour l'analyse, tels que les éventuels troubles de la statique du membre inférieur, les niveaux d'activités sportives ou professionnelles des participants. De la même manière, une confirmation arthroscopique de l'aspect du ménisque ou du tendon aurait renforcé notre étude.

Une autre limite lors de l'analyse en IRM réside dans la rencontre fréquente d'un artefact d'angle magique pouvant potentiellement altérer l'évaluation du SMT. L'utilisation d'un score semi-quantitatif, décrit et validé auparavant dans la littérature, a néanmoins permis de limiter ce biais.

Enfin, le délai entre les examens était relativement court (5,3 ans en moyenne) et défini de manière arbitraire. D'autres modifications structurelles ménisco-ligamentaires à long terme peuvent ne pas avoir été observées.

CONCLUSION

En conclusion, nous avons souligné une association significative entre anomalies structurales du tendon distal du muscle semi-membraneux et la présence d'une fissure méniscale médiale dégénérative en IRM. Malgré une pathogénèse et un lien de causalité incertain, nous émettons l'hypothèse que les remaniements arthrosiques et les fissures méniscales médiales pourraient entraîner des remaniements dégénératifs du tendon distal du semi-membraneux.

Des travaux prospectifs comprenant une analyse biomécanique pourraient nous permettre de mieux comprendre les conséquences cliniques de ces remaniements, afin d'améliorer la prise en charge des patients, particulièrement en kinésithérapie.

Liste des tableaux

Tableau 1 - Caractéristiques démographiques	50
Tableau 2 - Analyse IRM morphologique.....	51
Tableau 3 - Evaluation du tendon distal du muscle semi-membraneux selon le score de Torre	53
Tableau 4 - Régression logistique univariée déterminant une tendinopathie du semi-membraneux.....	55
Tableau 5 - Régression logistique multivariée déterminant une tendinopathie du semi-membraneux.....	56
Tableau 6 - Régression logistique univariée déterminant une fissure méniscale médiale (analyse réalisée uniquement parmi les patients des sous-groupes « Absence de fissure » et « Fissure apparue »)	57
Tableau 7 - Régression logistique multivariée déterminant une fissure méniscale médiale (analyse réalisée uniquement parmi les patients des sous-groupes « Absence de fissure » et « Fissure apparue »).	57

Liste des figures

Figure 1 - Illustration en vue de $\frac{3}{4}$ postéro-médiale du genou.....	7
Figure 2 : Illustration en vue de $\frac{3}{4}$ postéro-médiale du genou	8
Figure 3 : Schéma en vue supérieure du genou droit de l'action de l'attache méniscale du SMT.....	10
Figure 4 : Insertion normale du bras direct du semi-membraneux en échographie chez une volontaire saine de 28 ans, en coupe longitudinale.	12
Figure 5 : Insertion normale du bras antérieur du semi-membraneux chez une volontaire saine de 28 ans, en coupe longitudinale	13
Figure 6 : Bras récurrent normal en coupe transversale au-dessus de l'articulation fémoro-tibiale chez une volontaire saine de 27 ans.....	14
Figure 7 : IRM en coupe coronale et pondération DP Fat-Sat, mettant en évidence le bras antérieur du SMT	18
Figure 8 : IRM en coupe sagittale médiale et pondération DP Fat-Sat, avec artefact d'angle magique du bras antérieur.	19
Figure 9 : IRM en coupe sagittale et pondération DP Fat-Sat, mettant en évidence le bras antérieur et le bras direct	20
Figure 10 : IRM en coupe axiale et pondération DP Fat-Sat, mettant en évidence le bras antérieur du SMT	21
Figure 11 : IRM en coupe transversale et pondération DP Fat-Sat, mettant en évidence le bras récurrent du SMT.....	22
Figure 12 : IRM en coupe sagittale et pondération DP Fat-Sat, mettant en évidence le bras récurrent du SMT.....	23

Figure 13 : Coupe anatomique de 5 mm d'épaisseur après coupe par scie et imprégnation formolée.....	24
Figure 14 : IRM en pondération DP Fat-Sat en coupe sagittale (a) et axiale (b), avec rupture partielle du SMT.	29
Figure 15 : IRM en coupe sagittale et pondération T2 , avec avulsion de l'insertion distale du SMT.....	30
Figure 16 : Radiographie de ¾ oblique externe montrant une avulsion du bord postérieur du plateau tibial médial.	31
Figure 17 : IRM en coupe coronale et pondération DP Fat-Sat, avec rupture et hypersignal focal du ligament ménisco-tibial médial.....	32
Figure 18 : IRM en coupe axiale et pondération DP Fat-Sat, montrant un SMT de morphologie normale.....	38
Figure 19 : IRM en coupe axiale en pondération DP Fat-Sat, montrant un SMT de morphologie normale.....	39
Figure 20 : IRM en coupe axiale et pondération DP Fat-Sat, montrant un SMT convexe anormal.....	40
Figure 21 : IRM en coupe axiale et pondération DP Fat-Sat, montrant un SMT convexe anormal.....	41
Figure 22 : IRM en coupe axiale et pondération DP Fat-Sat, montrant une rupture du tendon semi-membraneux.....	42
Figure 23 : IRM en coupe sagittale médiale et pondération DP Fat-Sat, montrant un SMT anormal, en hypersignal.....	43
Figure 24 : IRM en coupe sagittale médiale et pondération DP Fat-Sat, montrant un SMT anormal, en hypersignal.....	44

Figure 25 : Classification de Dorfmann et Boyer des ménisques dégénératifs.....	45
Figure 26 : IRM en coupe sagittale et pondération DP Fat-Sat montrant une fissure horizontale de la corne postérieure du ménisque médial	46
Figure 27 : Diagramme de flux détaillant la population étudiée dans ce travail.	48

Références bibliographiques

1. Bylund WE, De Weber K. Semimembranosus Tendinopathy: One Cause of Chronic Posteromedial Knee Pain. *Sports Health Multidiscip Approach*. sept 2010;2(5):380-4.
2. Yoon MA, Choi JY, Lim HK, Yoo HJ, Hong SH, Choi JA, et al. High Prevalence of Abnormal MR Findings of the Distal Semimembranosus Tendon: Contributing Factors Based on Demographic, Radiographic, and MR Features. *Am J Roentgenol*. mai 2014;202(5):1087-93.
3. Beltran L, Maimon R, Padron M, Mota J, Jbara M, Sundaram M, et al. The distal semimembranosus complex: normal MR anatomy, variants, biomechanics and pathology. *Skeletal Radiol*. 1 août 2003;32(8):435-45.
4. B. Benninger, T. Delamarter. Distal semimembranosus muscle-tendon-unit review: morphology, accurate terminology, and clinical relevance. 2013 *Medica*. 2013;
5. De Maeseneer M, Shahabpour M, Lenchik L, Milants A, De Ridder F, De Mey J, et al. Distal insertions of the semimembranosus tendon: MR imaging with anatomic correlation. *Skeletal Radiol* [Internet]. 19 févr 2014 [cité 31 août 2024]; Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s00256-014-1830-9>
6. Lundquist RB, Matcuk GR, Schein AJ, Skalski MR, White EA, Forrester DM, et al. Posteromedial Corner of the Knee: The Neglected Corner. *RadioGraphics*. juill 2015;35(4):1123-37.

7. LaPrade RF, Morgan PM, Wentorf FA, Johansen S, Engebretsen L. The Anatomy of the Posterior Aspect of the Knee: An Anatomic Study. *J Bone Jt Surg.* avr 2007;89(4):758-64.
8. House CV, Connell DA, Saifuddin A. Posteromedial corner injuries of the knee. *Clin Radiol.* juin 2007;62(6):539-46.
9. Geiger D, Chang E, Pathria M, Chung CB. Posterolateral and Posteromedial Corner Injuries of the Knee. *Radiol Clin North Am.* mai 2013;51(3):413-32.
10. Cavaignac E, Sylvie R, Teulières M, Fernandez A, Frosch KH, Gomez-Brouchet A, et al. What Is the Relationship Between the Distal Semimembranosus Tendon and the Medial Meniscus? A Gross and Microscopic Analysis From the SANTI Study Group. *Am J Sports Med.* févr 2021;49(2):459-66.
11. Melton JK, Memarzadeh A, Dunbar WH, Cross MJ. Semimembranosus tenosynovitis: Diagnosis and management of a commonly missed cause of posteromedial knee pain. *The Knee.* mars 2017;24(2):305-9.
12. Sederberg M, LaMarche L, Skinner L, Cushman DM. Distal semimembranosus tendinopathy: A narrative review. *PM&R.* août 2022;14(8):1010-7.
13. Rambaud A, Philippot R, Edouard P. La prise en charge rééducative globale de patients présentant un syndrome fémoro-patellaire : la lutte contre l'effondrement du membre inférieur par le renforcement du moyen fessier. *J Traumatol Sport.* déc 2013;30(4):232-9.

14. Mendiguchia J, Garrues MA, Schilders E, Myer GD, Dalmau-Pastor M. Anterior pelvic tilt increases hamstring strain and is a key factor to target for injury prevention and rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* mars 2024;32(3):573-82.
15. Torre G, Buschini F, Zappia M, Battaglia MJ, Papalia R, Mariani PP. Semimembranosus Tendon Findings in Acute Anterior Cruciate Ligament Tears: MRI Evaluation and Associated Lesions. *Am J Sports Med.* juill 2023;51(9):2333-41.
16. Lee J, Ahn JM, Kim BR, Kang Y, Lee E, Lee JW, et al. MR evaluation of the posteromedial corner of the knee: association of posterior horn medial meniscus tear with posterior oblique ligament and distal semi-membranosus tendon tear. *Br J Radiol.* 1 juin 2023;96(1146):20220944.
17. Dorfmann H, Juan LH, Bonvarlet JP, Boyer T. [Arthroscopy of degenerative lesions of the internal meniscus. Classification and treatment]. *Rev Rhum Mal Osteoartic.* avr 1987;54(4):303-10.
18. LaPrade RF, Arendt EA, Getgood A, Faucett SC, éditeurs. *The Menisci: A Comprehensive Review of their Anatomy, Biomechanical Function and Surgical Treatment* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2017 [cité 1 sept 2024]. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-53792-3>
19. Snoeker BAM, Bakker EWP, Kegel CAT, Lucas C. Risk factors for meniscal tears: a systematic review including meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* juin 2013;43(6):352-67.

AUTEUR : Nom : DAMERY

Prénom : Charles

Date de soutenance : 26/09/2024

Titre de la thèse : Évaluation en IRM du tendon distal du muscle semi-membraneux chez des patients ayant une fissure méniscale médiale dégénérative.

Thèse - Médecine - Lille - 2024

Cadre de classement : Imagerie musculosquelettique

DES + FST/option : DES de Radiologie et Imagerie médicale

Mots-clés : Semi-membraneux, fissure méniscale médiale, IRM

Résumé :

Contexte : Le tendon distal du muscle semi-membraneux (SMT) est une structure souvent sous-estimée de l'angle postéro-médial du genou. Il joue un rôle essentiel dans la protection de la corne postérieure du ménisque médial. De leur relation anatomique et fonctionnelle étroite, nous émettons l'hypothèse que les altérations du ménisque médial et du SMT sont associées.

Objectif : Évaluer l'association entre SMT et fissures méniscales médiales dégénératives.

Matériel et méthodes : Notre étude observationnelle rétrospective monocentrique a inclus l'ensemble des adultes ayant bénéficié de deux IRM du même genou à au moins trois ans d'intervalle dans notre centre, entre 2014 et 2023. Les patients ayant une lésion ligamentaire post-traumatique sévère, inflammatoire ou tumorale ont été exclus. En plus de l'exploration du ménisque médial, le SMT a été examiné en IRM à l'aide d'un score semi-quantitatif prenant en compte l'épaisseur, la forme et le signal en pondération DP dans les plans axial et sagittal.

Résultats : Les 62 patients inclus avaient un âge moyen de 50,8 ans, avec un délai moyen de 5,3 ans entre les deux IRM. Parmi eux, 31 ne présentaient aucune fissure méniscale médiale, tandis qu'une fissure était apparue chez 8 patients et préexistait pour 23 d'entre eux. Le score SMT était significativement plus élevé chez les patients ayant une fissure préexistante par rapport à ceux dont la fissure était apparue ou absente. L'absence de fissure méniscale médiale à l'examen initial était un facteur protecteur indépendant contre la survenue d'une tendinopathie du SMT, indépendamment de l'âge, de la présence d'ostéophytes ou du délai entre les examens.

Conclusion : Notre étude met en évidence une association entre le SMT et les fissures méniscales médiales. L'absence de fissure méniscale médiale dégénérative constituerait un facteur protecteur indépendant contre l'apparition d'une tendinopathie du SMT à 3 ans.

Composition du Jury :

Président :

Madame le Professeur Anne COTTEN

Assesseurs :

Madame le Docteur Clémence PARSY

Monsieur le Docteur Joseph MARSEILLE

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Sammy BADR