

ETUDE ANATOMIQUE ET
HISTOLOGIQUE DU LIGAMENT
ANTERO-LATERAL DU GENOU
HUMAIN

Mémoire réalisé en vue de l'obtention du DESCQ de
Chirurgie Orthopédique et Traumatologie

24 septembre 2010

Jean-Philippe VINCENT

Interne du CHU de Brest

Directeur de mémoire : Professeur NEYRET

ETUDE ANATOMIQUE ET HISTOLOGIQUE DU LIGAMENT ANTERO-LATERAL DU GENOU HUMAIN

Introduction

Le compartiment fémoro-tibial externe du genou humain présente des systèmes de stabilisation complexes, associant des structures statiques et dynamiques. Les rapports anatomiques entre ces structures, ainsi que leurs fonctions respectives ne sont pas aisés à appréhender, quand le genou est au repos, mais encore plus sur un genou en mouvement.

Certaines publications décrivent de manière simplifiée [1] ou plus exhaustives [2] les différents éléments anatomiques. Lors de la réalisation d'arthroplasties totales de genou, il nous a néanmoins semblé observer de manière quasi constante une structure peu décrite dans la littérature, appelée par Terry le « midthird lateral ligament » [3]. Sa description, tant anatomique que biomécanique reste encore imparfaite : Terry et La Prade le décrivent de manière succincte et variable [3, 4], Campos parle d'un « lateral capsular ligament » [5], Last décrit un « short lateral ligament » [6] avec une description similaire. Les dernières publications de référence [7, 8], dans le livre « The Meniscus » [9], n'en font même pas état. Il n'est pas retrouvé de données concernant la constance de cette structure, ni sur sa description histologique.

C'est cette structure que nous nous proposons d'étudier.

Le travail présenté fait suite à une proposition d'étude de Monsieur le Professeur Neyret, qui s'est interrogé sur cette structure lors de prélèvements méniscaux à des fins d'allogreffe lors de la réalisation d'arthroplasties totales de genou. La présence de cette structure a été évoquée lors de la parution de son livre « My Knee Practice » dans lequel cette structure est identifiée et photographiée [10].

Matériels et méthodes

Notre étude a comporté deux travaux distincts : l'un d'analyse de la constance de cette structure, et l'autre de description anatomique de celle-ci.

- Analyse de la constance

Nous avons souhaité vérifier la constance de cette structure en profitant de son isolement aisé au cours de l'intervention lors des arthroplasties totales du genou. Pour ce faire nous l'avons photographiée sur une série continue de 40 prothèses totales de genou de première intention par voie interne. Cette série est monocentrique mais multi-opérateurs. Le protocole utilisé était le suivant :

- 1/ Photo du dossier du patient, avec nom, prénom et date de naissance.
- 2/ Identification de la structure sur lac de couleur en essayant de l'isoler de la capsule au niveau de ses insertions proximale et distale.
- 3/ Photo de face stricte, légèrement plongeante, genou en flexion à 90°, tibia luxé.
- 4/ Photo de face en vue légèrement plongeante et interne, genou en flexion à 90°, tibia luxé (voir l'insertion méniscale de la structure).
- 5/ Photo de face en vue légèrement plongeante et très externe, genou en flexion à 90°, tibia luxé (voir les insertions fémorale et méniscale de cette structure, si possible les marquer au crayon dermatographique).
- 6/ Même photo que précédemment, avec une règle placée près de la structure pour avoir une idée de sa taille.

- Etude anatomique

Nous avons procédé à une étude cadavérique de 10 genoux humains (6 gauches, 4 droits). Les cadavres non congelés ont été disséqués avec le protocole qui suit :

- décollement cutané sur l'ensemble de la face externe du genou,
- voie d'abord para-patellaire interne
- section du tendon rotulien et relèvement de l'appareil extenseur,
- section des ligaments croisés et libération du plan interne (capsule, ligament collatéral médial),
- section du tractus ilio-tibial (superficiel) au niveau de son insertion tibiale, et abord de la tête de la fibula
- isolement du ligament collatéral latéral (mis sur un fil repère),
- luxation du tibia par en avant en glissant un écarteur contre-coudé dans l'échancrure,
- on peut alors repérer ce renforcement de la capsule, entre l'insertion fémorale du tendon du muscle poplité et le ménisque externe (jonction 1/3 antérieur – 1/3 moyen). Cette structure a un trajet oblique en bas et en avant lorsque le genou est luxé, alors qu'elle semble presque horizontale lorsque le genou est réduit (on passe un fil repère autour de cette structure),
- isolement du tendon du muscle poplité (mis sur un fil repère),

- on isole la structure à étudier sur tout son trajet. Devant une insertion étalée et peu distincte de celle du tendon poplité et du ligament collatéral latéral, on réalise une ostéotomie verticale de l'épicondyle latéral emportant l'insertion de ces trois structures.
- section des cornes antérieure et postérieure du ménisque externe et isolement du ménisque externe.
- section du ligament collatéral latéral au ras de la fibula, et du tendon poplité le plus postérieurement possible.
- ostéotomie verticale du plateau tibial en regard de la structure afin de déterminer si la structure présente une insertion sur le ménisque (ce qui est notre hypothèse), ou sur le tibia en regard.

Orientation de la structure :

- fil bleu : structure à étudier
- fil violet : corne antérieure du ménisque externe
- fil vert : tendon poplité
- fil blanc : ligament collatéral latéral
- un point violet (fils coupés très courts) est rajouté sur les pastilles osseuses épicondyliennes des genoux gauches

L'ensemble prélevé (ménisque – structure – tendon poplité – ligament collatéral latéral – pastilles osseuses) est enfin immergé dans une solution de formaldéhyde + méthanol.

La structure prélevée a ensuite été analysée sur le plan histologique. Cette analyse a été confiée au laboratoire d'anatomopathologie du CHU de Brest. Les pièces anatomiques ont été fixées puis décalcifiées avant d'être incluses en paraffine, permettant la réalisation de coupes de 4µm d'épaisseur. La coloration utilisée était la coloration HES (Hématoxyline-Eosine-Safran).

Les précisions que nous souhaitions avoir étaient les suivantes :

- 1/ Quelle est la nature de cette structure (capsule, tendon, ligament ?)
- 2/ Quels sont ses rapports avec le tendon poplité : leur site d'insertion est-il distinct ou commun (fibres enchevêtrées ?) ou au contraire cette structure prend-elle naissance sur le tendon poplité ?
- 3/ Quels sont ses rapports avec le ménisque externe ? S'insère-t-elle dessus ou passe-t-elle en pont pour rejoindre la face antéro-externe du plateau tibial externe ?

Les différents tests statistiques (moyenne, intervalle de confiance, corrélation) ont été réalisés à l'aide du logiciel MedCalc® 10.0.2.0.

Résultats

- Résultats de l'étude per-opératoire

Nous n'avons pour l'instant pu réaliser cette étude que chez 10 patients. Nous avons retrouvé cette structure dans l'ensemble des cas (figures 1 et 2). La longueur estimée est comprise entre 35 et 45mm.

- Résultats de l'étude anatomique

Les 10 genoux disséqués provenaient de patients âgés en moyenne de 83 ans [81,7-88,9].

Huit genoux provenaient de cadavres de sexe féminin, et deux de sexe masculin.

La structure a été retrouvée dans 100% des cas (figures 3 à 7).

Son insertion fémorale est en nappe et se confond en partie avec celle du tendon poplité sur l'épicondyle latéral. Dans un cas, cette structure naît du tendon poplité lui-même à environ 5 mm de son insertion fémorale.

Son trajet est vertical quand le genou est en position réduite (figure 5).

Son insertion distale se situe en arrière du tubercule de Gerdy, à environ 5mm du cartilage articulaire. Il existe une forte adhérence au ménisque latéral, et nous ne pouvons pas conclure macroscopiquement quant à une insertion méniscale de cette structure, ou bien si elle passe latéralement par rapport au ménisque, et rejoint directement le plateau tibial.

La longueur moyenne de la structure est de 34,1mm [31,6-36,6], et la largeur moyenne de 8,2mm [7,14-9,26].

Il n'existe pas de corrélation linéaire entre la longueur de la structure et la largeur de celle-ci chez un même patient ($r=-0,07$, $p=0,85$).

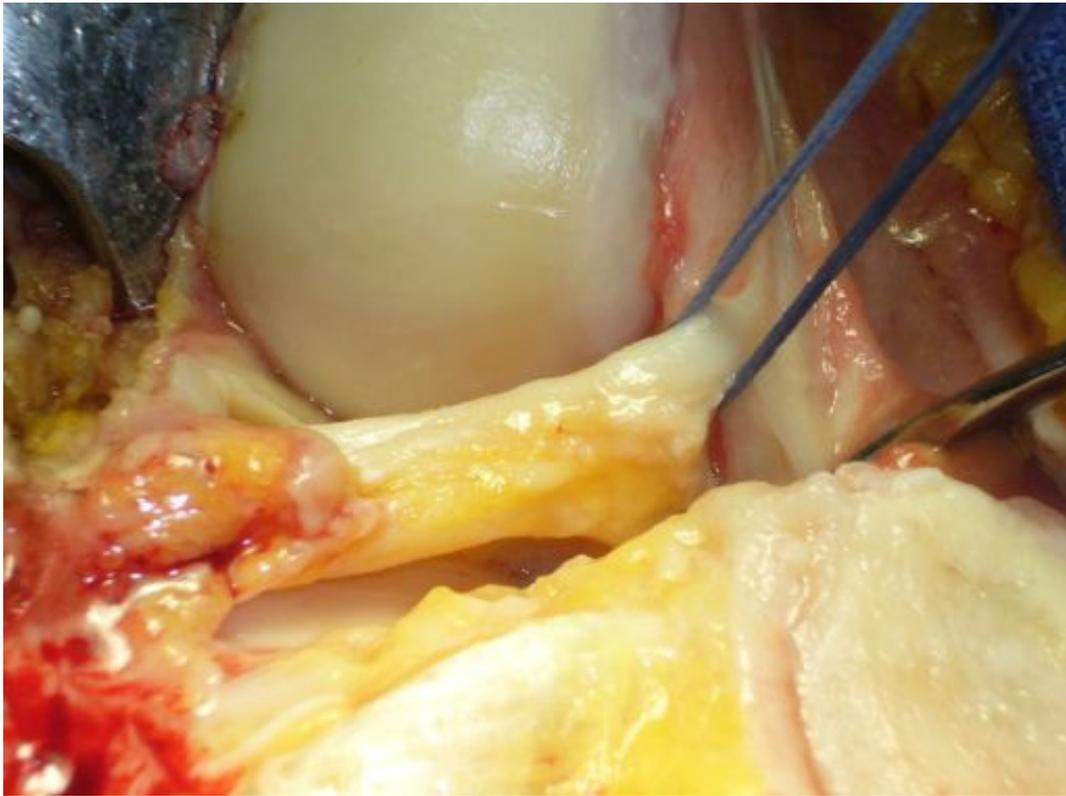


Figure 1 : Lac bleu : vue inférieure et latérale du ligament antéro-latéral du genou (genou gauche) (portion fémoro-méniscale)

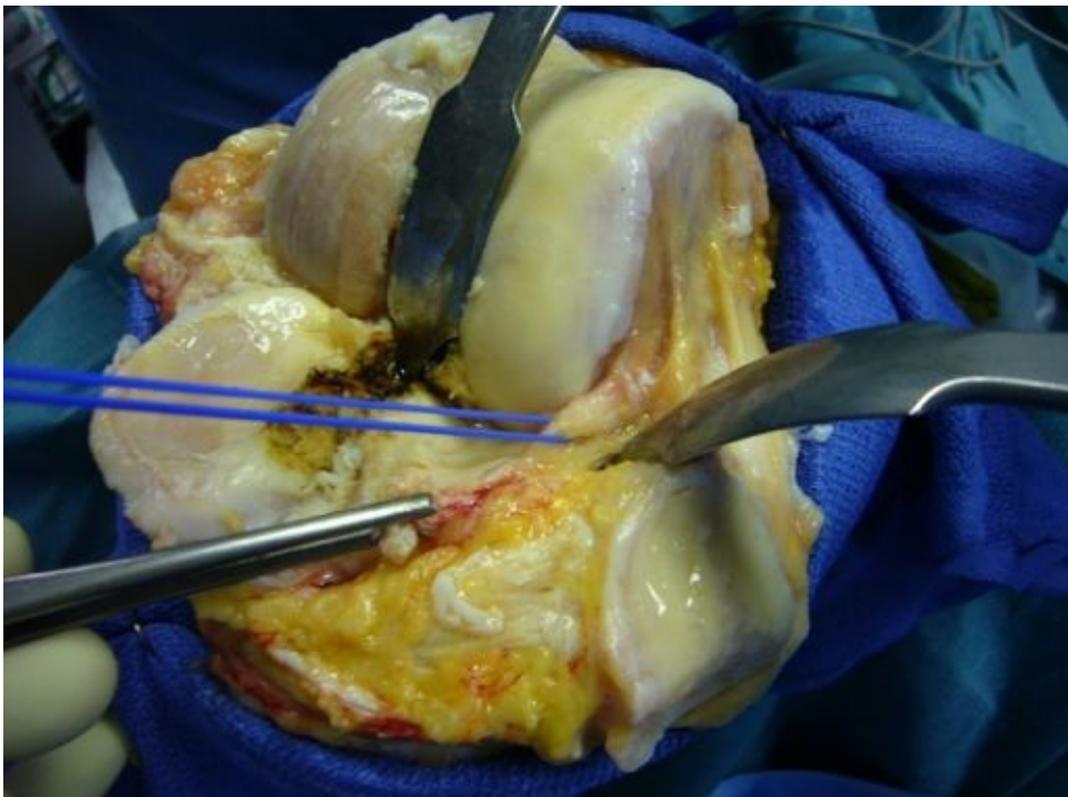


Figure 2 : Lac bleu : vue supérieure et latérale du ligament antéro-latéral du genou (genou gauche)

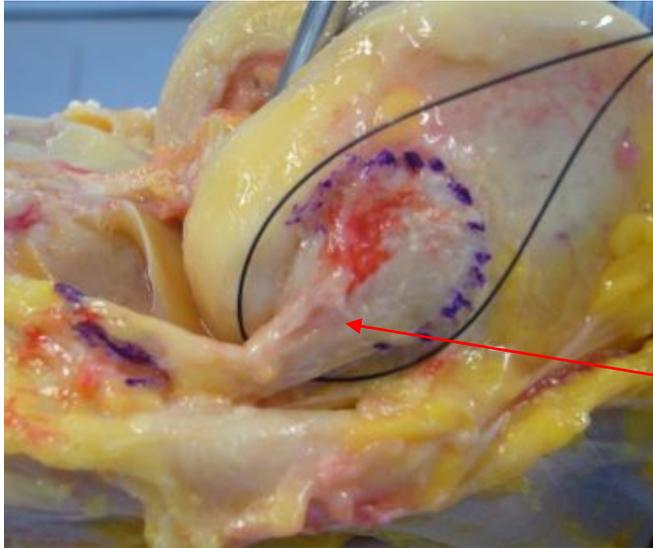


Figure 3 : Vue externe avec tibia luxé en antérieur. En violet, délimitation des zones présumées d'insertion.

structure

Figure 4 : Vue antérieure avec tibia luxé en antérieur.

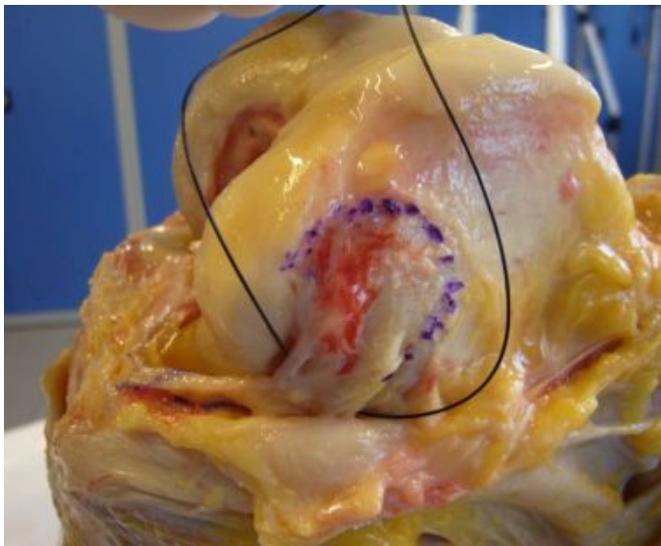
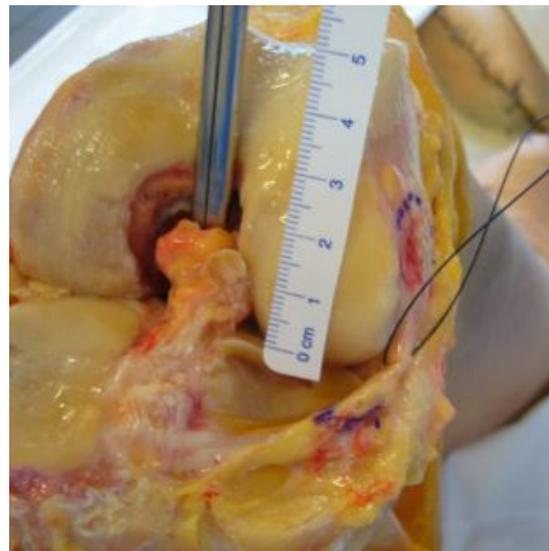


Figure 5 : Vue externe avec tibia luxé en antérieur. En violet, délimitation des zones présumées d'insertion. La structure a une orientation presque verticale

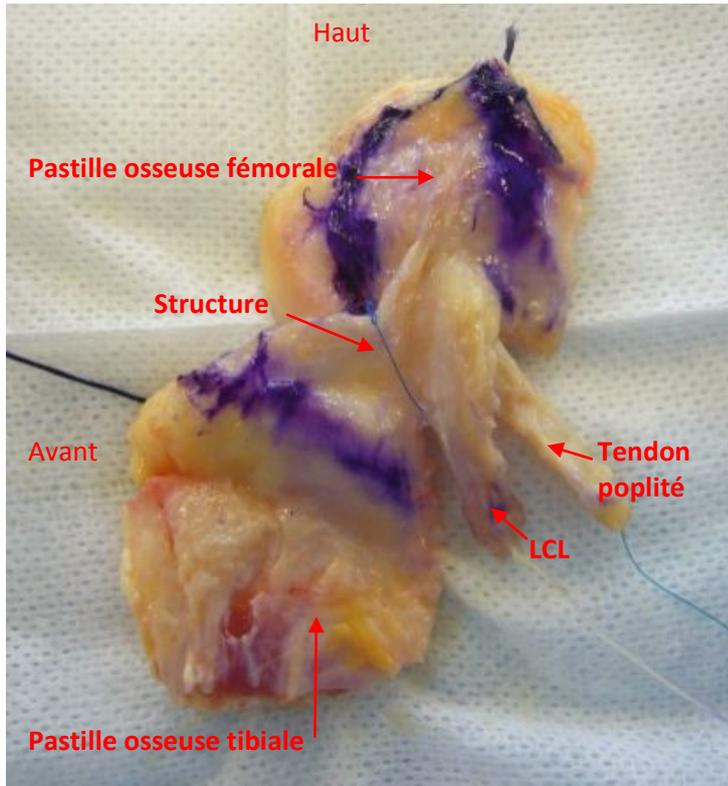


Figure 6 : vue externe de la pièce de dissection (genou gauche)

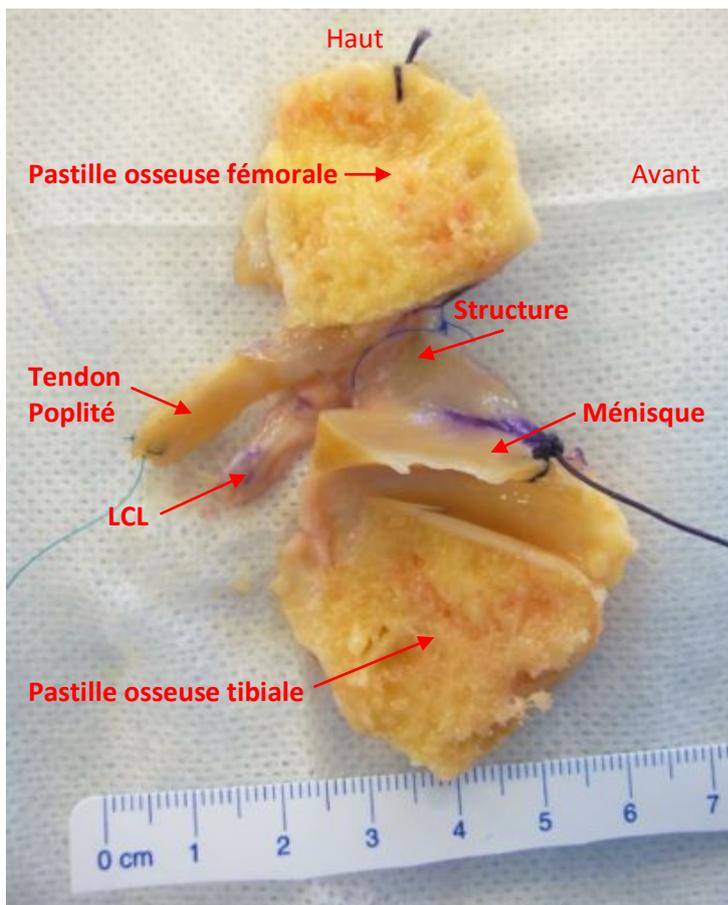


Figure 7 : vue interne « intra-articulaire » de la pièce de dissection (genou gauche)

- **Histologie** (figures 8 à 12)

La structure étudiée apparaît à l'analyse histologique sur coupes fines (4µm) comme une bandelette conjonctive, bordée par un épithélium de type synovial, reposant sur un tissu conjonctif fibreux lâche et du tissu adipeux, réalisant une membrane synoviale, prenant parfois un aspect frangé.

Les coupes longitudinales et transversales mettent en évidence le cheminement, au cœur de cette bandelette, de structures vasculaires artériolaires et veineuses, de quelques rameaux nerveux et également de quelques faisceaux de tissu conjonctif fibreux dense.

Les travées collagènes apparaissent globalement orientées parallèlement et ondulées, sans pouvoir préciser sur le seul aspect histologique la nature tendineuse ou ligamentaire de ces fibres conjonctives denses. On note que ce contingent fibreux dense représente environ 20% de l'ensemble du parenchyme de cette bandelette. Cet aspect se retrouve autant dans la portion supra-méniscale que dans la portion infra-méniscale, avec cependant une plus grande proportion de fibres conjonctives denses dans la bandelette en supra-méniscal.

Les coupes effectuées au niveau de son insertion proximale au niveau de l'épicondyle fémoral latéral montrent une insertion commune de la structure avec l'insertion fémorale du tendon du muscle poplité. Dans un cas, la structure prend son origine du tendon poplité lui-même.

Les coupes effectuées en regard des ménisques confirment l'adhérence de cette bandelette conjonctive au ménisque, sans réel plan de clivage, mais ne révèlent pas clairement l'insertion des fibres collagènes denses sur ce ménisque. Ces fibres arrivent parfois en étroite relation avec ce ménisque mais se poursuivent sans s'interrompre vers le bas en direction du plateau tibial.

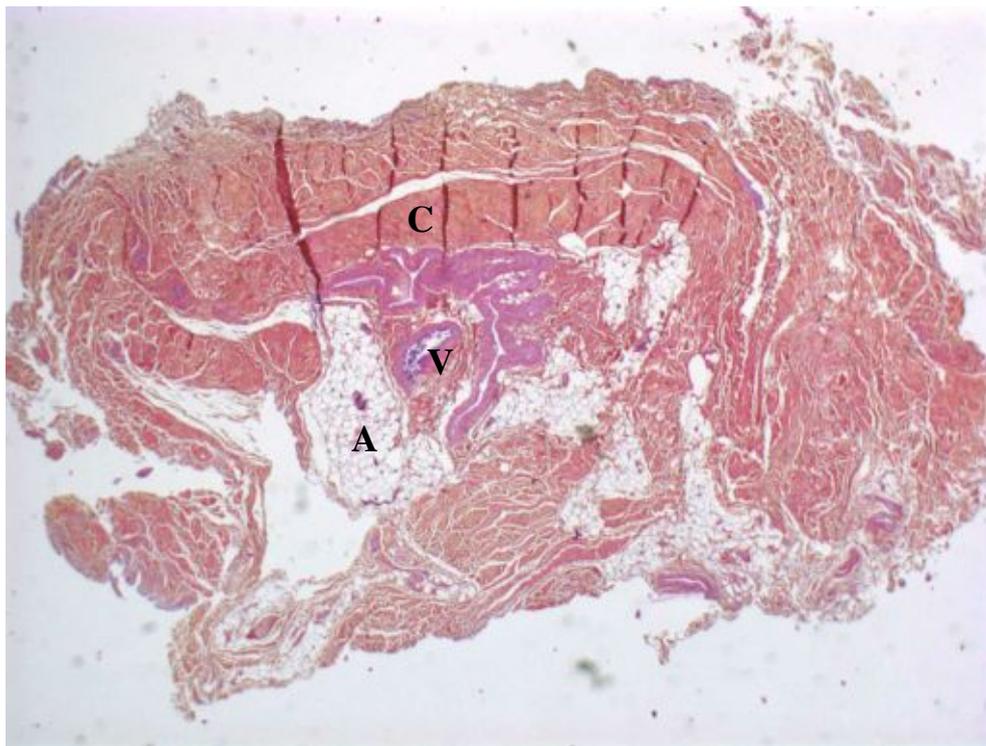


Figure 8 : Structure étudiée en coupe transversale (HES x20) : vaisseaux (V) au centre, tissu adipeux (A) à proximité, et tissu conjonctif collagène (C) plus en périphérie.

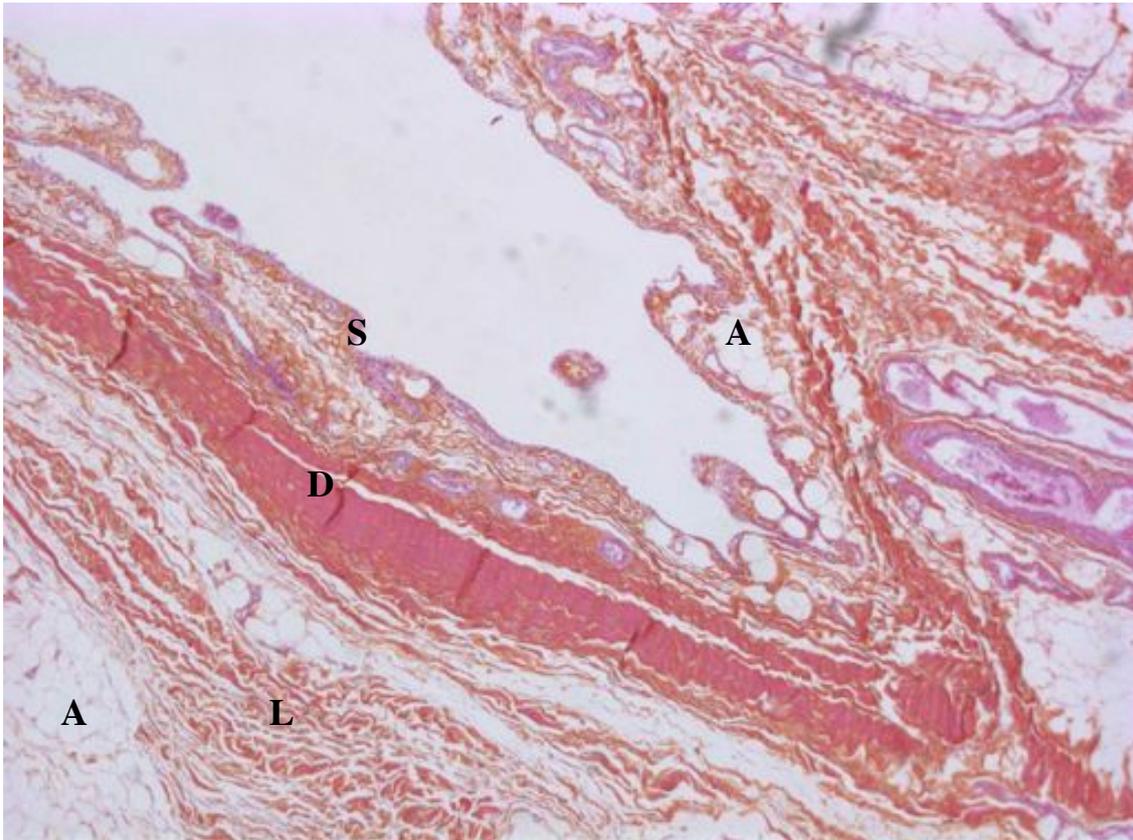


Figure 9 : Structure étudiée en coupe longitudinale (HES x50) :
 S : synoviale, D : tissu conjonctif dense (tendon ?) A : tissu adipeux, L : tissu conjonctif lâche

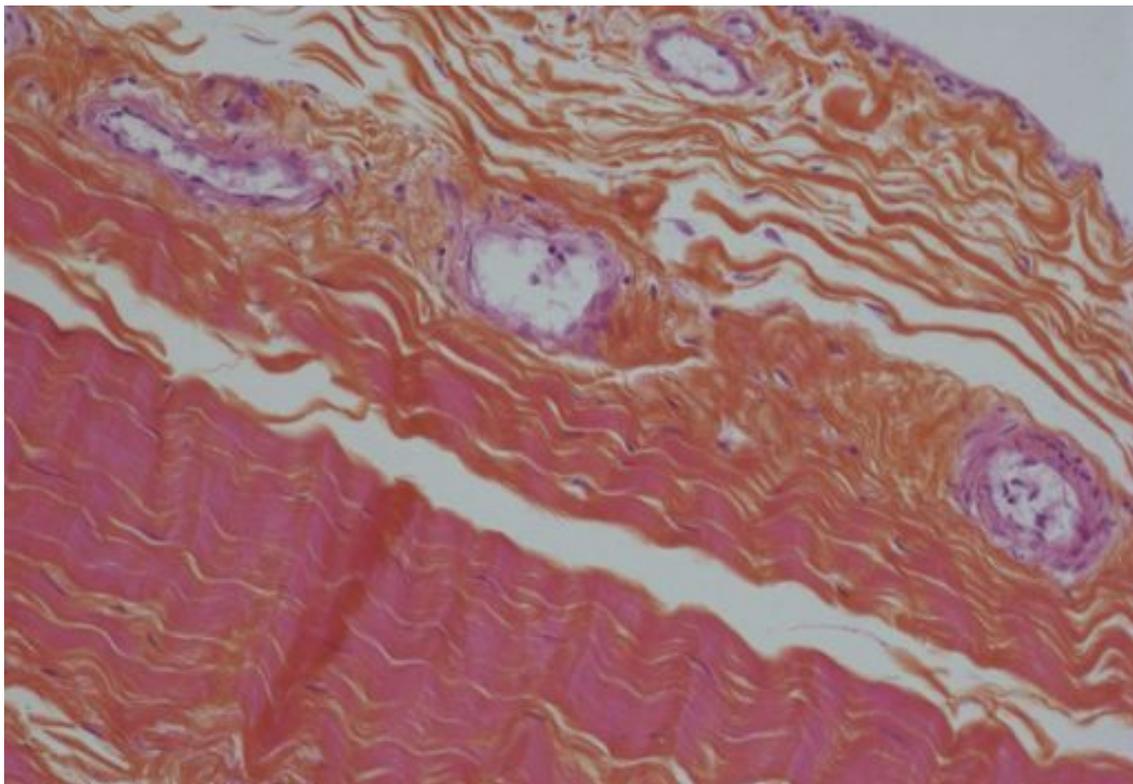


Figure 10 : Agrandissement de la vue précédente (HES x 200).
 Gros plan sur les fibres collagènes denses, orientées, légèrement ondulées.
 Au dessus, tissu conjonctif plus lâche avec quelques capillaires et revêtement synovial.



Figure 11 : (HES x20) Coupe passant par le ménisque (M, à droite) avec les fibres denses (D) de la structure (à gauche)

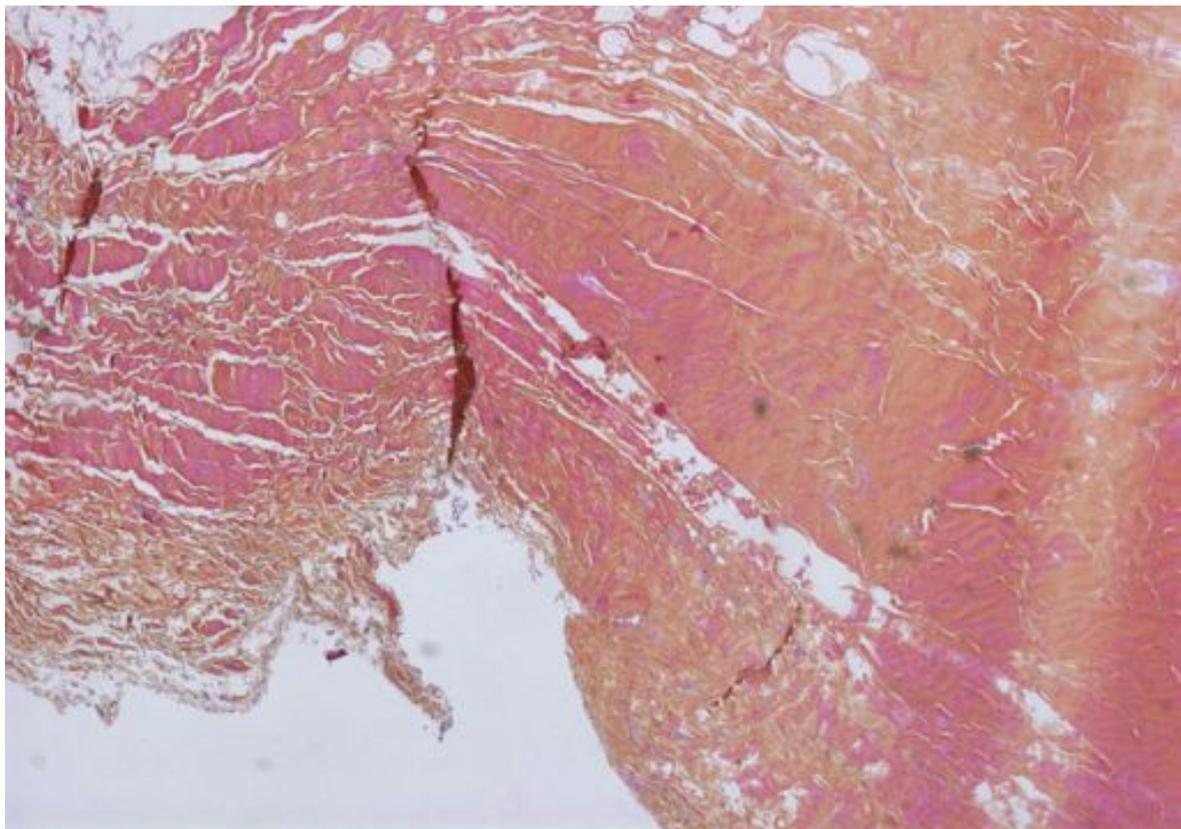


Figure 12 : Même vue que précédente, centrée sur la zone jonction bandelette/ménisque. Quelques fibres denses viennent probablement s'insérer sur le ménisque (HES x50).

Discussion

Pour la partie de l'étude réalisée au bloc opératoire (analyse de la constance), nous avons souhaité n'analyser que les patients présentant une gonarthrose fémoro-tibiale interne prédominante, pour deux raisons : d'une part, en cas de lésions majeures du compartiment fémoro-tibial externe, les remaniements locaux peuvent altérer, voire détruire cette structure, et d'autre part, en cas de voie d'abord antéro-externe, l'isolement de la structure nous a semblé moins aisé et plus aléatoire, car la dissection peut emporter partiellement ou totalement celle-ci.

Cette étude, dans son versant per-opératoire, a été réalisée dans un même centre, mais par plusieurs opérateurs, ce qui augmente la puissance de l'étude (en diminuant le risque que cette structure ne soit qu'un artifice de dissection).

Nous avons rencontré des difficultés pour l'obtention de genoux exempts de toute pathologie. Nous avons en effet 7 cadavres à disposition, mais l'un présentait une prothèse totale de genou bilatérale, un autre une prothèse totale de genou à droite, et un dernier une fracture du fémur distal ostéosynthésée par une plaque externe, entraînant des remaniements de la région à explorer par section du tractus ilio-tibial.

La description de cette structure dans la littérature est controversée. Certains décrivent une structure bien isolée [3], d'autres la considèrent comme faisant partie intégrante du fascia lata [2, 11]. Les publications récentes s'accordent sur la réalité de l'insertion fémorale du tractus ilio-tibial. Vieira [11] décrit cinq zones d'insertion du tractus ilio-tibial : ligne âpre, épicondyle, patella (ligament patello-fémoral latéral, bien décrit par Amis [12]), tubercule de Gerdy et une insertion capsulo-osseuse décrite comme la structure que nous étudions et portant le nom de ligament fémoro-tibial latéral. Fairclough [13] décrit quant à lui deux portions au tractus ilio-tibial : proximale « tendineuse », puis « ligamentaire », après l'insertion de celui-ci à l'épicondyle latéral par des « cordes fibreuses ancrant le tractus ilio-tibial au fémur ».

Hughston [14, 15] sépare le compartiment externe en 3 secteurs : antérieur, moyen et postérieur. Le segment moyen est pour lui composé entre-autres du « midthird capsular ligament », qu'il décrit comme une structure solide, ayant un rôle majeur dans la stabilité du genou à environ 30° de flexion. Une lésion de cette structure est même pour cet auteur un élément nécessaire et suffisant à la survenue d'une instabilité antéro-latérale rotatoire (elle-même majorée par la rupture du ligament croisé antérieur).

Terry [16] avance une hypothèse pour expliquer la grande variété d'expression clinique d'une rupture du ligament croisé antérieur. Pour cet auteur, cette variabilité est due à l'association de cette rupture à une lésion du plan latéral, qui peut être plus ou moins étendue. Terry observe en effet, parmi 82 patients présentant une instabilité rotatoire antéro-médiale ou antéro-latérale, 98% de rupture du ligament croisé antérieur, et 93% de lésions du tractus ilio-tibial. Ces lésions du tractus ilio-tibial étaient corrélées dans leur gravité avec la laxité externe à 30° de flexion, le test de Lachman-Trillat et le ressaut, alors qu'il n'existait pas de corrélation entre ces tests et la rupture du ligament croisé antérieur.

D'un point de vue histologique, cette structure correspond à nos attentes puisqu'il s'agit d'une structure fibreuse au contact de la synoviale articulaire, ce qui va dans le sens de sa dénomination en tant que « lateral capsular ligament » dans un certains nombres d'études [5, 17], même si le caractère ligamentaire ou tendineux de cette structure n'est pas tranché sur le plan histologique.

La bandelette semble être issue du tendon poplité dont elle partage l'insertion, et dont elle naît dans un cas. Son revêtement externe est un prolongement de la membrane synoviale réfléchi sur le tendon poplité, constituant ainsi une bandelette reliant l'épicondyle latéral au plateau tibial externe, en passant en pont (mais en y adhérant) à la face externe du ménisque externe. Ceci va quelque peu à l'encontre de notre hypothèse de départ, mais corrobore la thèse de Segond [18] qui la considère (ainsi que le relate Campos [5]), comme la structure qui s'arrache du plateau tibial externe, créant par là-même la fracture éponyme.

Campos quant à lui, considère que deux structures sont responsables de la fracture de Segond : le ligament capsulaire latéral et la bande oblique antérieure (qui s'insère sur le fémur en arrière du ligament collatéral latéral, sur le tibia en arrière du ligament capsulaire latéral, ayant un trajet oblique en bas et en avant (figure 13) [5]).

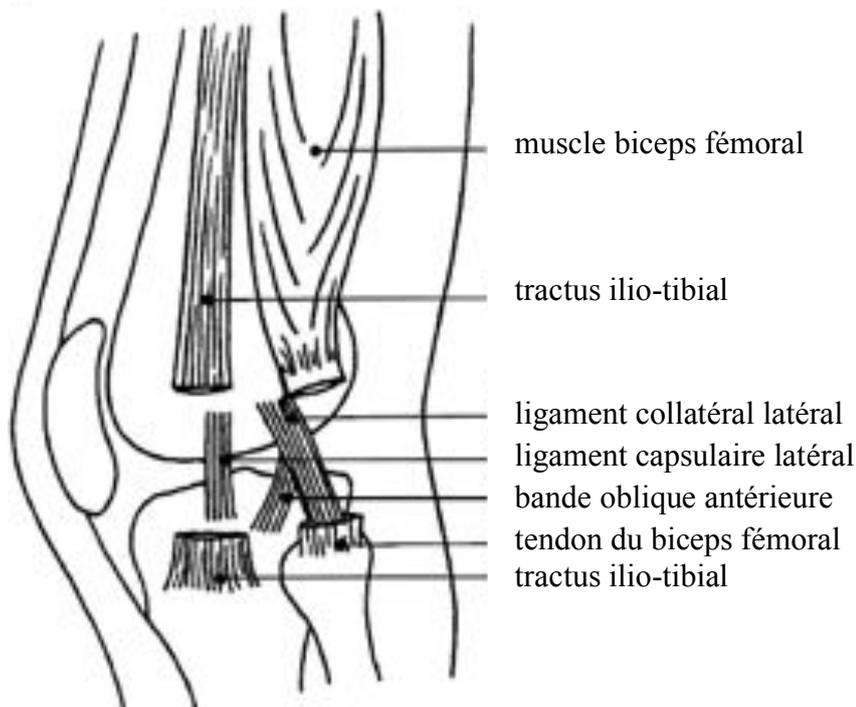


Figure 13 : Schéma des différentes structures de stabilisation du plan latéral du genou humain (d'après Campos [5])

Nous pensons que c'est en partie cette structure qui est fragilisée volontairement au cours d'une arthroplastie totale du genou, lors de la réalisation d'une libération du plan externe suivant la technique du « pie crusting », technique décrite pour le plan externe [19] et interne [20] (figure 14).

Nous recommandons, lors d'une arthroplastie totale du genou, de prêter attention à la préservation de cette structure ainsi que du mur méniscal externe, afin de ne pas déstabiliser le plan externe d'emblée. Cette structure sera libérée à la demande lors du réglage de la balance ligamentaire.



Figure 14 : Schéma du « pie crusting » externe (d'après Clarke [19])

Enfin, cette structure, qui présente un lien étroit avec le ménisque latéral, a très probablement un rôle dans la stabilité de celui-ci (limitation de la translation antéro-postérieure lors de la flexion, et lutte contre l'exclusion méniscale lors de la mise en charge). Le développement d'une technique de prélèvement et d'implantation d'allogreffe méniscale peut permettre d'améliorer le résultat des allogreffes chez les patients présentant une atteinte de cette structure.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Seebacher JR, Inglis AE, Marshall JL, Warren RF. The structure of the posterolateral aspect of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1982; 64: 536-541.
2. Sanchez AR, 2nd, Sugalski MT, LaPrade RF. Anatomy and biomechanics of the lateral side of the knee. *Sports Med Arthrosc* 2006; 14: 2-11.
3. Terry GC, LaPrade RF. The posterolateral aspect of the knee. Anatomy and surgical approach. *Am J Sports Med* 1996; 24: 732-739.
4. LaPrade RF, Gilbert TJ, Bollom TS, Wentorf F, Chaljub G. The magnetic resonance imaging appearance of individual structures of the posterolateral knee. A prospective study of normal knees and knees with surgically verified grade III injuries. *Am J Sports Med* 2000; 28: 191-199.
5. Campos JC, Chung CB, Lektrakul N, Pedowitz R, Trudell D, Yu J, et al. Pathogenesis of the Segond fracture: anatomic and MR imaging evidence of an iliotibial tract or anterior oblique band avulsion. *Radiology* 2001; 219: 381-386.
6. Last RJ. Some anatomical details of the knee joint. *J Bone Joint Surg Am* 1948; 30B: 683-688.
7. Mc Dermott ID, Madouros SD, Bull AMJ, Amis AA. Anatomy. In: *The Meniscus*, Springer Ed. 2010:11-18.
8. Madouros SD, Mc Dermott ID, Bull AMJ, Amis AA. Biomechanics. In: *The Meniscus*, Springer Ed. 2010:29-38.
9. Beaufils P, Verdonk R. *The Meniscus*. Springer 2010.
10. Neyret P, Verdonk P, Ait Si Selmi T. *Chirurgie du genou, My Knee Practice*. Masson 2007.
11. Vieira EL, Vieira EA, da Silva RT, Berlfein PA, Abdalla RJ, Cohen M. An anatomic study of the iliotibial tract. *Arthroscopy* 2007; 23: 269-274.
12. Amis AA. Current concepts on anatomy and biomechanics of patellar stability. *Sports Med Arthrosc* 2007; 15: 48-56.
13. Fairclough J, Hayashi K, Toumi H, Lyons K, Bydder G, Phillips N, et al. The functional anatomy of the iliotibial band during flexion and extension of the knee: implications for understanding iliotibial band syndrome. *J Anat* 2006; 208: 309-316.

14. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Classification of knee ligament instabilities. Part I. The medial compartment and cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58: 159-172.
15. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Classification of knee ligament instabilities. Part II. The lateral compartment. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58: 173-179.
16. Terry GC, Norwood LA, Hughston JC, Caldwell KM. How iliotibial tract injuries of the knee combine with acute anterior cruciate ligament tears to influence abnormal anterior tibial displacement. *Am J Sports Med* 1993; 21: 55-60.
17. Davis DS, Post WR. Second fracture: lateral capsular ligament avulsion. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 25: 103-106.
18. Segond P. Recherches cliniques et expérimentales sur les épanchements sanguins du genou par entorse. *Progrès Med.* 1879; 7: 297–299, 319–321, 340–341.
19. Clarke HD, Fuchs R, Scuderi GR, Scott WN, Insall JN. Clinical results in valgus total knee arthroplasty with the "pie crust" technique of lateral soft tissue releases. *J Arthroplasty* 2005; 20: 1010-1014.
20. Verdonk PC, Pernin J, Pinaroli A, Ait Si Selmi T, Neyret P. Soft tissue balancing in varus total knee arthroplasty: an algorithmic approach. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009; 17: 660-666.