

3-5 OCTOBRE 2024

21<sup>èmes</sup>  
Journées Lyonnaises  
de Chirurgie du Genou

## RENCONTRE



Peter Verdonk

De sa formation à Gand aux innovations à Anvers, en passant par son expérience marquante à Lyon, Peter Verdonk nous raconte sa trajectoire et comment il a façonné sa pratique. Spécialiste du ménisque et du ligament croisé antérieur, il prône une approche sur mesure et souligne l'importance de la recherche. Son credo ? Allier précision technique et compréhension approfondie de chaque patient pour repousser les limites de l'excellence chirurgicale.

**🗣️ : Peter, pouvez-vous nous parler de vos origines, de l'endroit où vous êtes né et où vous avez grandi ?**

Peter Verdonk (PV) : J'ai récemment fêté mes 50 ans. Je suis né et j'ai grandi à Gand, en Belgique. J'ai poursuivi mes études de médecine à l'université de

Gand, ce qui m'a semblé être la seule voie possible compte tenu de la vaste expérience médicale de ma famille. Mes deux parents étaient médecins, tout comme leurs parents et grands-parents, et faire médecine m'a donc semblé logique.

(suite en page 2)

## MISE AU POINT

# CRITÈRES DE RETOUR AU SPORT APRÈS RECONSTRUCTION DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR

**Clément HENNEQUIN<sup>1</sup>, Ophélie ARZEL<sup>1</sup>, Elvire SERVIEN<sup>1,2</sup>**

1. Service de chirurgie orthopédique et de médecine du sport - FIFA medical center of excellence - Hôpital de la croix-rousse - Hospices civils de Lyon

2. Université Claude Bernard Lyon 1, LIBM, Laboratoire Interuniversitaire de Biologie de la Motricité, UR 7424, F-69622 Villeurbanne, France.

[elvire.servien@chu-lyon.fr](mailto:elvire.servien@chu-lyon.fr)

Une approche multimodale est préconisée pour décider de la reprise du sport après une reconstruction du LCA [1]. Elle englobe divers aspects, notamment les considérations chirurgicales, la durée de l'opération, les facteurs de rééducation pré et post-opératoire, la dimension psychologique, les tests fonctionnels et analytiques. La dimension psychologique, en particulier la peur de se blesser

à nouveau, joue un rôle crucial dans la décision de retour au sport (RTS) et peut influencer la performance de l'athlète.

Déterminer le moment optimal du RTS est compliqué en raison de l'incertitude quant à un retour en toute sécurité. La communauté scientifique s'accorde sur le fait que cela dépend de plusieurs facteurs, chacun jouant un rôle plus ou

moins important [2]. Ces facteurs interviennent à chaque étape du parcours médical : préopératoire, per-opératoire et postopératoire [3]. L'athlète doit donc satisfaire un certain nombre de critères pour valider chaque étape vers la chirurgie et la reprise sportive.

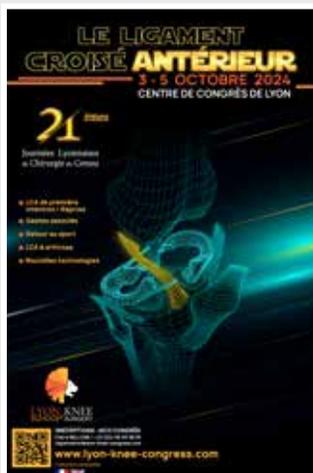
(suite en page 10)

## SOMMAIRE

- **RENCONTRE**  
Peter Verdonk 1-8
- **MISE AU POINT**  
Critères de retour au sport après reconstruction du ligament croisé antérieur 1,10-13
- **MISE AU POINT**  
Prothèse totale du genou à préservation des deux ligaments croisés 14-21
- **MISE AU POINT**  
Prise en charge des ruptures intra-ligamentaires du LCA chez l'enfant et l'adolescent en croissance 22-28
- **MISE AU POINT**  
Incidence et facteurs de risque d'AMI (Arthrogenic Muscle Inhibition) après reconstruction du LCA 30-34
- **TECHNIQUE**  
Pourquoi je choisis le tendon quadricepsal pour mes reconstructions du LCA? 36-41
- **ACTUALITÉS**  
Influence du profil du patient, du mécanisme de sa blessure et du diagnostic sur le score de dépistage clinique des ruptures aiguës du ligament croisé antérieur 42-47
- **TECHNOLOGIE**  
Application smartphone score du genou 48-50
- **TECHNIQUE**  
Prise en charge des lésions combinées du LCA et plan médial 52-59
- **PROFESSION**  
Place des registres en orthopédie : expérience du SFA DataLake 60-65
- **TECHNIQUE**  
PUC, robot et reconstruction du LCA 66-71
- **TECHNIQUE**  
Interaction entre ligament croisé antérieur et pente tibiale : quelle place pour l'ostéotomie sagittale 72-79

## Chers Amis, Chers Collègues,

*L'ensemble des membres de la Lyon School of Knee Surgery est très heureux de vous accueillir à Lyon pour les 21<sup>èmes</sup> Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou.*



Cette édition sur le thème du **Ligament Croisé Antérieur** aura une résonance particulière en l'absence du **Docteur Pierre Chambat**, pionnier de la chirurgie ligamentaire en France, médecin des Equipes de France de Ski et président de notre association de 1996 à 2009, qui nous a quitté en mars dernier.

Cette année encore, nous vous proposons un programme exhaustif et diversifié rassemblant les chirurgiens dédiés à la pathologie du sportif ainsi que ceux impliqués dans la pathologie dégénérative. Nous avons voulu que ce congrès soit, encore une fois, ouvert et vivant laissant place importante aux discussions et à l'interaction entre les orateurs et les participants.

Comme à chaque édition, nous accueillons un panel de plus de 50 orateurs composé des membres de la Lyon School of Knee Surgery et de nombreux experts nationaux et internationaux. Nous avons l'honneur d'accueillir la **Belgique comme nation invitée**.

Ce numéro spécial de Maitrise Orthopédique vous permettra de découvrir l'interview du plus lyonnais des chirurgien belges, en la personne du Professeur **Peter Verdonk** mais également approfondir certaines thématiques qui seront abordées au cours de ces **21<sup>èmes</sup> Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou**.

***Nous vous souhaitons au nom de la Lyon School of Knee Surgery une excellente lecture, un magnifique congrès et un bon séjour à Lyon.***

Les présidents du congrès,



Jean-Marie Fayard



Cécile Batailler



Guillaume Demey

# Solutions pour la reconstruction du Ligament Antéro-Latéral



Plasties antérolatérales indépendantes

Greffes combinées LCA et LAL



## Découvrez nos systèmes de fixation :



Vis FastThread™



Bouton ACL TightRope® II



Ancre rigide SwiveLock®



Agrafe ligamentaire

*Bibliographie : Anterolateral Ligament Reconstruction Is Associated With Significantly Reduced ACL Graft Rupture Rates at a Minimum Follow-up of 2 Years: A Prospective Comparative Study of 502 Patients From the SANTI Study Group. Sonnery-Cottet et al. (2017), AJSM.*

© Arthrex France, 2024. Tous droits réservés. AD6-000648-fr-FR\_A  
info@arthrex.fr | www.arthrex.fr | Arthrex France



**Arthrex**®

Les produits de cette gamme sont des dispositifs médicaux, consultez les notices de chaque dispositif pour plus d'informations.

## MAÎTRISE ORTHOPÉDIQUE

**MAÎTRISE ORTHOPÉDIQUE SAS**  
21, Rue de la Ravinelle 54000 Nancy, France  
Tel : +33 (0)9 72 21 11 73

Inscrite au registre du commerce et des sociétés de Nancy B 379 937 147  
TVA Intra : FR52379937147

ISSN : 1148 2362  
COMMISSION PARITAIRE : 0924T 86410

**DIRECTEUR DE PUBLICATION / DIRIGEANT**  
Melison Olivier  
o.melison@mo-journal.com

**ÉQUIPE RÉDACTIONNELLE**  
Alcantara Raphaël  
editorial@maitrise-orthopedique.com

**SERVICE ABONNEMENT**  
Zins Christine  
abonnement@maitrise-orthopedique.com

**SERVICE WEBINAIRE / MEDIAS**  
Belvoix Jean François  
jf.belvoix@maitrise-orthopedique.com

**PÉRIODICITÉ**  
10 numéros / an

**IMPRIMÉ PAR**  
**Spektar.bg**  
g.k. Druzha 1, ul. "Hajdelberg" n°7,  
1582 Sofia, Bulgarie  
www.spektar.bg

**CRÉDIT PHOTO (COUVERTURE)**  
Copyright : Shutterstock

[www.maitrise-orthopedique.com](http://www.maitrise-orthopedique.com)

Au départ, j'étais attiré par la neurochirurgie, mais je me suis vite rendu compte que ma capacité d'attention n'était pas tout à fait adaptée. De plus, j'ai constaté que l'état de nombreux patients en neurochirurgie ne s'améliorait pas nécessairement après l'opération. C'est alors que je me suis tourné vers la chirurgie orthopédique. C'est l'une des rares disciplines médicales où les patients connaissent souvent une amélioration significative. Il y a quelque chose d'incroyablement gratifiant à voir des patients qui arrivent avec une mobilité limitée repartir avec une fonction restaurée, en particulier dans le cas de la chirurgie du genou.

**Q : Qu'est-ce qui a influencé votre décision de vous spécialiser en chirurgie orthopédique ? Y a-t-il eu des pressions de la part de votre père, René ?**

PV : L'un des meilleurs aspects de mon parcours a été l'absence de pression de la part de mes parents. Ni mon père ni ma mère, qui était microbiologiste, ne m'ont poussé vers la médecine ou l'orthopédie. Je me souviens du moment où j'ai réalisé que l'orthopédie pourrait être ma voie et où je me suis senti nerveux à l'idée d'en parler à mon père. Je pense qu'il a également eu un moment d'inquiétude, réalisant la responsabilité qui découlait de mon choix, mais il l'a géré avec beaucoup de sagesse.

Alors que je commençais ma formation d'interne en orthopédie, ma femme poursuivait son doctorat aux Pays-Bas. Au départ, j'avais prévu d'y faire un ou deux ans d'internat, mais le destin en a voulu autrement. N'ayant pas réussi à obtenir un poste aux Pays-Bas, je me suis retrouvé à Roulers, dans la région de la Flandre occidentale, le plus loin possible dans la direction opposée à celle de ma femme. C'est là que j'ai vraiment attrapé le "virus" de la chirurgie du genou. Mes

premiers mentors, Luc van den Daelen et son partenaire Paul Gunst, m'ont vraiment insufflé cette passion.

Bien que mon père ait évidemment pratiqué la chirurgie du genou et que toute ma famille ait fait de la médecine, ce sont ces facteurs externes qui m'ont poussé à suivre une voie similaire. Ce n'est pas mon père qui m'a poussé à le faire, mais plutôt une motivation intrinsèque. Mais il se peut aussi que le sang ne mente pas !

**Q : Pouvez-vous nous parler de votre parcours de doctorant ?**

PV : Obtenir un doctorat a été une étape claire et bien définie dans mon parcours. En Europe, si vous voulez exceller dans le monde universitaire et faire partie des meilleurs, un doctorat est essentiel. C'est un énorme sacrifice, et c'est un message important pour la jeune génération qui nous suit.

J'ai commencé mon doctorat en 2001 sous la direction du professeur Verbruggen, en me concentrant sur les cellules souches, qui n'avaient été décrites pour la première fois qu'en 1999. J'ai été le premier chirurgien orthopédique de notre institution à examiner ces cellules au microscope, ce qui est très éloigné de notre travail chirurgical quotidien. Nous essayions d'amener ces cellules à devenir du cartilage articulaire, ce qui était un véritable défi.

Deux ans plus tard, nous nous sommes heurtés à un obstacle. Les cellules produisaient à la fois du collagène de type 1 et de type 2, le type 1 n'étant pas souhaitable pour nos objectifs. J'étais prêt à abandonner le projet, mais c'est alors que nous avons réalisé que le ménisque contient les deux types de collagène. Ce lien fortuit m'a amené à me pencher sur le tissu

## MAÎTRISE ORTHOPÉDIQUE

[WWW.MAITRISE-ORTHOPEDIQUE.COM](http://WWW.MAITRISE-ORTHOPEDIQUE.COM)

NOM ET PRÉNOM : .....

ADRESSE AVEC CODE POSTAL : .....

EMAIL : .....

TÉL :            /            /            /            /

Règlement sur Internet : [www.maitrise-orthopedique.com](http://www.maitrise-orthopedique.com)

Règlement par chèque bancaire à l'ordre de **Maîtrise Orthopédique** et à envoyer au **21, rue de la Ravinelle 54000 Nancy**

FRANCE

Abonnement **INTÉGRAL [PAPIER & INTERNET]** 120,00 €

Abonnement **ÉLECTRONIQUE [INTERNET]** 84,00 €

Montant TTC

Pour les abonnements hors France, veuillez utiliser notre site Internet.

méniscal du point de vue de l'ingénierie tissulaire.

Par coïncidence, à cette époque, mon père voyageait dans le monde entier pour parler de son expérience unique de transplantation d'allogreffes méniscales viables, qu'il avait commencé à pratiquer en 1989. Cette convergence de circonstances a déclenché une explosion d'idées et de nouvelles techniques pour créer et transplanter du tissu méniscal et, surtout, pour comprendre pourquoi le tissu méniscal s'abîme.

Pendant toute cette période, je jonglais entre mes recherches de doctorat et mes tâches cliniques en tant que chirurgien orthopédique. Nous travaillions 100 heures par semaine, tout en gérant notre vie de famille. C'est un niveau de sacrifice que beaucoup de jeunes professionnels d'aujourd'hui pourraient négliger, mais qui est crucial pour réussir dans ce domaine. Toutefois, il est tout aussi important que le travail soit agréable, ce qui a été le cas pour moi.

**M+O** : **Pouvez-vous nous parler de vos mentors et de vos expériences en tant que fellow ?**

PV : Après avoir terminé mon internat et mon doctorat, j'ai eu la chance d'avoir plusieurs mentors influents pendant mes stages. L'une des expériences les plus marquantes a été celle de Johan Bellemans à l'université de Louvain. À l'époque, il était le principal chirurgien belge du genou, tant en médecine sportive qu'en arthroplastie. Nous avons développé une excellente relation, nous comprenant très bien l'un l'autre. Johan est intensément orienté vers la performance, se poussant constamment, lui et ceux qui l'entourent, à être les meilleurs. Son mantra était axé sur la performance et l'excellence. Bien qu'exigeante, cette expérience s'est révélée extrêmement précieuse. Par la suite, j'ai également eu l'occasion d'étudier à Lyon, ce qui a contribué à façonner ma carrière.

**M+O** : **Pouvez-vous nous parler de votre année à Lyon ?**

PV : C'était en 2005, il y a presque 20 ans maintenant, ce qui est difficile à croire. Lyon a été pour moi une véritable révélation. Tout ce que j'y ai rencontré était différent de ce que l'on m'avait enseigné. Alors que nous faisions des LCA avec ischio-jambiers, ils

utilisaient la technique du tendon rotulien de Kenneth-Jones. Nous parlions de rotation fémorale - trois degrés, cinq degrés, approche équilibrée - alors que Neyret préconisait une rotation externe de zéro degré. Cela m'a amené à devenir un expert des libérations ligamentaires ; nous avons même publié un article sur le sujet.

Nous pratiquons des ostéotomies tibiales d'ouverture, tandis qu'eux faisaient des ostéotomies de fermeture. J'y ai également été initié à la chirurgie du MPFL, que j'ai ensuite ramenée en Belgique en tant que premier chirurgien à la pratiquer dans le pays.

Au début, nous avons eu l'impression d'entrer dans un monde différent, une réalité alternative. Neyret, avec son caractère bien trempé, nous mettait constamment au défi et nous inondait de données. C'était une situation où il fallait nager ou sombrer, et je suis heureux d'avoir réussi à rester à flot. L'expérience a été intense - j'étais là 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, avec très peu de sommeil et beaucoup de travail. C'est la même année que j'ai soutenu mon doctorat et que ma famille s'est agrandie - mon premier fils est né en 2004, et mon deuxième en 2006. Ce fut une période incroyablement dense de ma vie.

**M+O** : **Comment décririez-vous Philippe Neyret en tant que patron il y a 20 ans ?**

PV : Philippe, comme beaucoup de chirurgiens de haut niveau, était animé par le désir d'être le meilleur. Il avait un style de leadership autoritaire - seule sa façon de faire comptait - et il était également très pédagogue. Une chose que j'ai beaucoup appréciée à propos de l'école française, et que j'apprécie toujours, c'est leur respect de l'histoire. Chaque instrument, chaque procédure porte un nom spécifique, en l'honneur de la personne qui l'a développé en premier. Cela témoigne d'un immense respect pour la profession de chirurgien, ce que nous perdons, selon moi, dans la société d'aujourd'hui. Les gens ont tendance à oublier que nous changeons des vies, souvent de façon spectaculaire, grâce à nos interventions. Cela se normalise et je constate une perte progressive de respect pour la profession de chirurgien, en particulier chez les jeunes générations. Ils oublient parfois le poids de la responsabilité que nous portons, en particulier lorsque les choses tournent mal.

## MAÎTRISE ORTHOPÉDIQUE

### RÉDACTEUR EN CHEF

Lustig S. (Lyon)

### COMITÉ DE REDACTION

Batailler C. (Lyon)

Caton J. (Lyon)

Chanzy N. (Paris)

Martz P. (Dijon)

Métais P. (Clermont)

Métaizeau J.D. (Dijon)

Pasquier G. (Lille)

Pasquier P. (Troyes)

Viste A. (Lyon)

### COMITÉ EDITORIAL

Bellemere P. (Nantes)

Cazeau C. (Paris)

Chiron P. (Toulouse)

Courage O. (Le Havre)

Dejour D. (Lyon)

Doursounian L. (Paris)

Dumontier C. (Pointe à Pitre)

Ehlinger M. (Strasbourg)

Flurin P.H. (Bordeaux)

Gregory T. (Bobigny)

Kerboull L. (Paris)

Landreau P. (Doha)

Laude F. (Paris)

Mansat P. (Toulouse)

Masquelet A. (Paris)

Neri T. (Saint-Etienne)

Parratte S. (Abu Dhabi)

Pfeil J. (Wiesbaden)

### COMITÉ SCIENTIFIQUE

Argenson J.N. (Marseille)

Boileau P. (Nice)

Bonnomet F. (Strasbourg)

Chammas M. (Montpellier)

Dojcinovic S. (Fribourg)

Favard L. (Tours)

Lehuc J.C. (Bordeaux)

Kouyoumdjian P. (Nîmes)

Mertl P. (Amiens)

Métaizeau JD (Dijon)

Neyret P. (Lyon)

Rouvillain J.L. (Fort de France)

Saragaglia D. (Grenoble)

Walch G. (Lyon)

Zeller R. (Toronto)

Les articles publiés dans Maîtrise Orthopédique le sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs. Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays.

**■ ■ ■ : Que s'est-il passé à votre retour de Lyon ?**

PV : Après mon retour de Lyon, j'ai participé à une réunion de la société belge en Afrique du Sud en 2006. Bien que relativement inexpérimenté par rapport aux poids lourds académiques présents, je me suis retrouvé à discuter de cas, dont l'instabilité rotulienne. N'oublions pas que la MPFL n'était pas pratiquée en Belgique à cette époque.

Lors de la réunion, j'ai mentionné avoir vu une opération du MPFL à Lyon, introduite par un chirurgien américain collaborant avec Philippe Neyret. Ce commentaire a attiré l'attention de Spike Erasmus, qui avait passé une décennie à promouvoir la chirurgie du MPFL contre une résistance importante. Il était à la fois amusé et frustré que je puisse mentionner avec autant de désinvolture une technique qu'il s'était tant battu pour introduire.

Cette expérience m'a appris une leçon précieuse sur le temps, les efforts et l'énergie nécessaires pour faire évoluer notre domaine. Une fois qu'une technique devient courante, il est facile d'oublier les luttes de ceux qui l'ont mise au point.

**■ ■ ■ : Comment s'est déroulée votre vie professionnelle lorsque vous êtes rentré en Belgique en 2006 ?**

PV : De 2006 à 2013, j'ai travaillé à temps plein à l'université. Le plus grand avantage était que je pouvais me concentrer sur ce que j'aimais : la chirurgie du genou. C'est l'un des meilleurs aspects du monde universitaire. Mais il y avait aussi des défis à relever. En Belgique, les récompenses financières dans le milieu universitaire sont limitées pour ceux qui dépassent le système, et l'environnement de travail peut être contraignant en raison d'un strict décompte des heures.

J'ai atteint un point où j'ai senti que la performance était plus importante que la simple présence. Cela m'a amené à quitter le monde universitaire, mais les possibilités d'avancement étaient limitées. Je ne voulais pas simplement déménager dans une clinique privée à côté de chez moi ; je voulais progresser dans ma carrière. Anvers semblait être le seul endroit où je pouvais aller de l'avant.

Cette expérience a mis en lumière l'importance de la mobilité dans notre profession. Je conseille souvent aux jeunes

chirurgiens de ne pas trop s'installer dans un système. Il est essentiel de rester mentalement et émotionnellement mobile. Malheureusement, le système européen peut rendre cela difficile. Contrairement aux États-Unis, où le changement d'établissement s'accompagne souvent d'une progression de carrière, en Europe, il est beaucoup plus difficile de changer d'établissement en raison des différences de systèmes entre les pays.

Je reste persuadé qu'il s'agit d'un domaine que nous devons améliorer. La mobilité et la concurrence sont essentielles à la croissance et à l'innovation en médecine.

**■ ■ ■ : Cela fait maintenant un peu plus de 10 ans que vous êtes à Anvers. Comment s'organise votre vie professionnelle ? À quoi ressemble une semaine typique pour Peter Verdonk ?**

PV : Une semaine typique pour moi est assez mouvementée, équilibrant la recherche, le travail clinique et la vie de famille. Ma semaine clinique commence le dimanche soir, lorsque je me rends en voiture à Anvers pour éviter la circulation, notoirement mauvaise - je dis en plaisantant que c'est la pire après New York.

Nous commençons les opérations à 8 heures du matin dans deux salles avec deux équipes, réalisant jusqu'à 15 interventions majeures par jour. Les cliniques du soir se déroulent jusqu'à 23h30. Ce schéma se poursuit tout au long de la semaine, avec deux cliniques du soir et des séances occasionnelles le samedi matin. Nous effectuons entre 100 et 120 interventions chirurgicales par mois, soit un total de 1 250 l'année dernière.

Sur le plan de la recherche, je participe à de nombreuses collaborations, je publie 10 à 15 articles par an et je supervise quelques travaux de doctorat. Actuellement, je m'intéresse principalement aux modèles de diagnostic et de prédiction. Nous avons développé un programme financé par l'Europe qui peut prédire les résultats de la méniscectomie sur la base de l'IRM et de quelques paramètres démographiques avec une précision de 80 %. Cette approche visant à améliorer les résultats chirurgicaux - ou à éviter les opérations inutiles - me fascine.

Sur le plan clinique, je me concentre sur la reconstruction totale du genou, la reconstruction du ligament croisé antérieur et la reconstruction du ménisque. Le domaine

de l'orthopédie a beaucoup évolué ; nous avons maîtrisé des techniques telles que la chirurgie totale du genou et du LCA. Aujourd'hui, j'explore des concepts de pointe tels que les implants PEEK et les prothèses méniscales. Cependant, il est essentiel de se rappeler que nouveau ne veut pas toujours dire meilleur.

**■ ■ ■ : Parlons plus particulièrement du ménisque, compte tenu de votre expertise mondiale reconnue. Que pensez-vous des allogreffes, des ménisques synthétiques et des sutures ? Préservez-vous toujours les ménisques ? Votre approche a-t-elle évolué ?**

PV : Je crois que je peux maintenant presque prédire pourquoi certaines personnes développent des lésions du ménisque médial à des stades spécifiques de la vie - que ce soit à 40, 50 ou 60 ans. C'est fondamentalement bio-mécanique. La surcharge, souvent associée à un alignement varus de la jambe, est un facteur connu. Cependant, j'ai rencontré des patients dont l'alignement était neutre et qui présentaient tout de même des lésions méniscales dégénératives à 40 ans, bien qu'ils n'aient pas pratiqué d'activité physique excessive.

Après une décennie de recherche, nous avons réalisé qu'au-delà de l'alignement mécanique, la taille du genou est cruciale. Certaines personnes de grande taille ont des genoux ou des condyles fémoraux médians disproportionnés. C'est une question de force par rapport à la surface - soit la force est importante (problème d'alignement), soit la surface est petite. Cette connaissance permet de prédire les résultats chirurgicaux et d'influencer les décisions thérapeutiques.

Pour les patients présentant des déchirures dégénératives précoces et un alignement neutre mais de petits condyles fémoraux médians, je suis prudent quant à la méniscectomie. Ces patients finissent souvent par avoir besoin d'une petite prothèse unicompartmentale ou d'une prothèse totale du genou. Je préconise un traitement conservateur aussi longtemps que possible et une méniscectomie chirurgicale uniquement dans des cas spécifiques. À l'avenir, nous pourrions envisager le remplacement immédiat des tissus retirés, bien que tout remplacement finisse par échouer.

Cette compréhension me permet de fournir de meilleures explications aux patients. J'insiste sur le fait que la perte

de poids est le facteur le plus crucial pour la santé à long terme du genou, quelle que soit l'intervention - qu'il s'agisse d'une allogreffe de ménisque, d'une substitution, d'un remplacement synthétique ou même d'une arthroplastie.

Nous avons conçu une plateforme d'IA autour de ce concept et nous sommes en train de le valider. Les premières études sur les big data confirment nos conclusions. J'espère que dans les années à venir, nous validerons ces données en externe, confirmant l'importance du morphotype du genou pour prédire les problèmes de dégénérescence du ménisque et guider les décisions de traitement.

**MEP** : **Pratiquez-vous encore beaucoup d'ostéotomies pour corriger l'alignement ? Nous constatons une tendance à l'augmentation des prothèses unicompartimentales du genou, même en Europe. Êtes-vous toujours partisan de corriger d'abord l'anatomie ?**

PV : Je continue à pratiquer un grand nombre d'ostéotomies pour l'arthrose symptomatique précoce s'il y a un varus ou un valgus osseux, même s'il ne s'agit que de deux ou trois degrés. À Anvers, nous disposons de notre propre laboratoire 3D qui nous permet d'analyser l'alignement des membres inférieurs dans les trois dimensions. Cette technologie nous aide à concevoir des guides et à exécuter une chirurgie corrective personnalisée. Le défi clinique reste lorsqu'il n'y a pas de varus osseux, mais que les patients souffrent d'arthrose médiale précoce en raison d'une morphologie anormale du genou. Si un genou normalement aligné subit une surcharge et une usure précoce à 50 ans, il n'y a pas de solution parfaite pour ces patients, et il est essentiel qu'ils le comprennent. L'industrie nous poussera sans aucun doute vers les unicompartimentales car elles sont plus faciles, mais elles risquent d'échouer plus tôt.

Le principal problème en orthopédie est que nous ne faisons souvent pas la différence entre les sous-groupes de patients lorsque nous évaluons les résultats des chirurgies. Nous devons être plus intelligents dans l'identification des groupes de patient. Le discours actuel est encore très généralisé - CR versus PS versus pivot médial, unis à appui mobile versus à appui fixe, unis versus ostéotomies - sans tenir compte du problème central de chaque patient. La réalité est plus complexe et nous devrions nous efforcer d'adopter une approche plus nuan-

cée, bien que l'industrie ait tendance à préférer des réponses plus simples, comme une solution unique pour tous les patients.

**MEP** : **Vous avez raison de dire que nous nous concentrons beaucoup sur la technique et les implants, mais la prise de décision et l'identification des sous-groupes sont cruciales. Avec le big data, nous pourrions obtenir davantage d'informations. L'industrie semble toutefois plus intéressée par le métal et le plastique. Qu'en pensez-vous ?**

PV : Nous avons tendance à penser aux solutions plutôt qu'aux problèmes. Je pense que nous devrions éduquer nos enfants à penser au problème, et non à la solution. Si nous n'enseignons que la prothèse totale de genou, elle sera utilisée pour tout le monde. Nous devons comprendre le problème de fond pour devenir plus intelligents dans notre pratique.

En orthopédie, nous avons traditionnellement formé tout le monde à comment effectuer les actes chirurgicaux, et moins à quand les effectuer. Nous avons les mêmes débats qu'il y a 30 ans sur les unis par rapport aux ostéotomies, ce qui indique que nous n'avons pas progressé dans la compréhension des solutions qui conviennent le mieux aux patients. Certains chirurgiens font toujours des unis, d'autres des totales ou des ostéotomies. Voilà où nous en sommes dans le domaine public de l'orthopédie, et il reste encore beaucoup à faire.

**MEP** : **Laissons de côté le ménisque et parlons du ligament croisé antérieur (LCA), qui est le sujet du congrès de Lyon. Comment voyez-vous la chirurgie du LCA aujourd'hui ? Quelle est votre approche actuelle de la prise en charge du LCA dans votre pratique ?**

PV : Lorsque l'on parle du LCA, cela me touche particulièrement et implique mon parcours personnel et ma compréhension au cours des 20 dernières années. J'ai été formé en Belgique, où nous utilisons principalement des greffes d'ischio-jambiers doublées. Les greffes BTB étaient considérées comme démodées au début des années 2000.

Mon point de vue a changé après avoir visité Lyon et travaillé avec Philippe Neyret. À l'époque, en 2005, il réalisait un grand nombre de LCA à l'aide d'un greffon BTB associé à une ténodèse extra-articulaire latérale (TEL) de

Lemaire. À cette époque, les procédures "anatomiques" étaient le sujet d'actualité, et la TLE était considérée comme non anatomique et donc non reconnue par les pairs orthopédistes comme une "bonne" procédure. Cependant, durant de nombreuses chirurgies totales du genou en 2005 et plus tard, Neyret a remarqué une structure anatomique antérolatérale sous tension lorsque le tibia était déplacé vers l'avant pendant la chirurgie TKA. Plus tard, en 2011, il a publié un premier article décrivant ce ligament antérolatéral, bien que l'origine fémorale ait été légèrement déplacée dans l'article.

Le fait amusant est qu'à mon retour à Gand en 2006, l'un de mes résidents de l'époque, Steven Claes, a commencé à conceptualiser son doctorat sur le LCA et j'ai discuté avec lui de tout ce que j'avais appris à Lyon, y compris la TEL... Plus tard en 2013, Steven a publié un article très intéressant sur le ligament antérolatéral, et a vraiment établi la pertinence clinique de la TEL et de la procédure ALL.

Cette période a été marquée par des conflits entre les différentes écoles de pensée et même les fabricants d'implants. Cependant, je pense avoir joué un rôle dans la réintroduction d'une procédure latérale que j'ai apprise à Lyon, en attirant l'attention sur son efficacité.

En fin de compte, lorsque la poussière est retombée, il est apparu clairement que cette procédure était tout à fait sensée. C'est pour moi un moment de plénitude, de reconnexion avec les idées originales de chirurgiens comme Marc Martens d'Anvers, qui ont eu des idées similaires il y a des années. Ce voyage montre qu'en orthopédie, il arrive que de vieilles idées refassent surface et prouvent leur valeur lorsqu'elles sont examinées avec de nouvelles perspectives et de nouvelles technologies.

**MEP** : **Comment considérez-vous la partie latérale du genou lors d'une opération du LCA aujourd'hui ? L'abordez-vous systématiquement ou dans des cas spécifiques ?**

PV : Notre approche a considérablement évolué au fil du temps. En 2013, Steven Claes a publié son étude sur le ligament antérolatéral. Sur ces années-là, nous traitons la partie latérale dans environ 30 % des cas. En 2016, nous avons participé à l'étude STABILITY 1 d'Alan Getgood. Actuellement, je traite l'aspect latéral chez presque 100 % de mes patients.

Cependant, il y a une mise en garde importante : nous nous demandons maintenant si nous n'en faisons pas trop chez certains patients.

De mon point de vue personnel, je ne vois pas souvent d'arthrose latérale comme conséquence à long terme, et je ne pense donc pas qu'il s'agisse d'un problème majeur dans dix ans. Cependant, j'observe certains inconvénients de la procédure, en particulier lorsqu'on utilise une agrafe avec une approche sous-vastale. Je pense que cette approche subvastus présente des avantages pour les athlètes ayant des quadriceps très forts car elle affaiblit temporairement le quad (ce muscle étant un facteur important de lésions du LCA chez certains), alors que la même procédure pourrait trop affaiblir le quad chez ceux dont les quadriceps sont moins développés. Chez ces derniers, une perte d'extension, une arthrofibrose et des adhérences peuvent apparaître rapidement après l'opération.

Je pense que si nous effectuons l'intervention plus au niveau de la zone épicondylienne sans avoir besoin d'une approche subvastus, il y a moins d'effets sur le quadriceps, mais il y a l'inconvénient d'une collision potentielle entre le tunnel ALL et le tunnel ACL. Cependant, c'est là que les choses se compliquent. Pour un athlète à prédominance quadruple, l'affaiblissement du quadriceps peut jouer un rôle important dans le succès de la chirurgie. Mais il arrive que nous en fassions trop et que cela devienne problématique. Donc, c'est une excellente procédure pour les joueurs de football, mais elle n'est pas idéale pour une ballerine, par exemple, pour laquelle je conseillerais une procédure antérolatérale sans approche sous-vastale.

**M.C. : Cela nous ramène au concept d'identification de la bonne procédure pour le bon groupe de patients.**

PV : Exactement. Il ne s'agit plus de savoir si votre technique chirurgicale est supérieure pour chaque patient. Nous discutons maintenant de la chirurgie spécifique qui convient le mieux à chaque patient. Nous reconstruisons le ligament croisé antérieur et traitons l'aspect latéral, mais le type d'intervention peut affecter le résultat, le faisant passer de très bon à excellent. Nous ne parlons plus de ramener les patients à une fonction "bonne" ; notre objectif est désormais d'atteindre l'excellence. Ce principe s'applique à tous les domaines de la chirurgie du genou et,

en fait, à l'orthopédie dans son ensemble. Nous sommes devenus si compétents que nous faisons la différence entre de bons et d'excellents résultats. Bien sûr, il y a beaucoup d'égo en orthopédie, avec des chirurgiens qui prétendent être les meilleurs.

Nous sommes nombreux à nous comparer à des chefs cuisiniers, mais il y a une différence essentielle. Un chef de restaurant trois étoiles sélectionne les meilleurs produits bruts disponibles et prépare ensuite un excellent plat. En revanche, nous n'avons pas toujours le luxe de travailler avec les meilleurs produits bruts, c'est-à-dire les athlètes de haut niveau. Parfois, nous devons travailler avec un patient moyen qui fume. C'est en obtenant le meilleur résultat pour ce patient que nous devenons de grands chirurgiens, même si le résultat n'est pas absolument "génial". Nous ne nous contentons pas de sélectionner les cas les plus faciles ou de travailler exclusivement avec des athlètes. Notre défi est de créer le meilleur résultat possible pour chaque patient qui entre dans notre cabinet. C'est différent d'un chef trois étoiles qui contrôle ses ingrédients, nous ne pouvons pas contrôler la qualité du patient en permanence. Les jeunes chirurgiens doivent comprendre cela. Il est impossible d'être le meilleur tout le temps, mais on peut faire de son mieux pour chaque patient.

En ce qui concerne les lésions du ligament croisé antérieur, par exemple, nous savons aujourd'hui qu'un athlète professionnel de 27 ans qui se rompt le ligament croisé antérieur n'a pas de chance et que la plupart d'entre eux reprendront le sport. Cependant, un athlète de 16 ou 17 ans représente un véritable défi, car beaucoup d'entre eux présentent des défauts de conception intrinsèques dans leurs genoux et/ou leurs muscles. Même le meilleur chirurgien aura un taux d'échec plus élevé avec ces jeunes patients.

Le nombre d'athlètes d'élite est faible, et il n'est donc pas possible de fonder une pratique uniquement sur ce groupe. Il s'agit de trouver le bon équilibre entre les cas difficiles et l'obtention de résultats constants et excellents auprès d'une population de patients diversifiée.

**M.C. : Peter, pourriez-vous nous parler des sociétés scientifiques nationales et internationales auxquelles vous avez participé et que vous avez trouvées intéressantes ?**

PV : J'ai été très impliqué dans la Société belge du genou, dont j'ai été le président il y a deux ans et dont je continue à faire partie du conseil d'administration. Actuellement, je suis président de la Société belge d'orthopédie et de traumatologie. Nos défis actuels concernent davantage l'organisation et la défense de notre profession, la garantie du meilleur traitement pour nos patients et leur retour à l'activité tout en luttant contre les restrictions budgétaires.

Mon engagement doit se situer davantage du côté politique que du côté scientifique, car la science dans notre domaine est assez mûre. Les discussions actuelles ne portent pas sur les aspects techniques des prothèses totales de genou, mais plutôt sur les coûts pour la société. Nous devons comparer notre impact sur la société avec d'autres domaines de la médecine, ce qui devient de plus en plus complexe pour un chirurgien orthopédique qui a tendance à se concentrer uniquement sur la procédure technique.

Au niveau international, j'ai participé aux activités de l'ESSKA, d'ISAKOS et de l'ICRS, entre autres. Ma participation à ces sociétés a varié au fil du temps, étant parfois plus impliqué, parfois moins.

**M.C. : Vous avez parlé de technologie. Que pensez-vous de la tendance actuelle de la robotique en chirurgie, en particulier pour les interventions sur le ligament croisé antérieur ? On entend beaucoup parler pour les prothèses articulaires totales, mais qu'en est-il de la médecine sportive ?**

PV : J'ai une opinion bien arrêtée sur la question. Bien que l'on m'appelle souvent en plaisantant le "robot" dans mon service, je suis sceptique quant à la proposition de valeur actuelle des robots chirurgicaux. Oui, ils offrent une plus grande précision, que nous obtenons déjà avec les systèmes de navigation. Cependant, cette précision accrue ne s'est pas encore traduite par de meilleurs résultats cliniques - en d'autres termes, une précision accrue n'équivaut pas à des résultats cliniques supérieurs. Nous pourrions voir une réduction des taux de révision à l'avenir, mais c'est encore incertain.

Mon principal problème avec les robots est leur application limitée. Dans un cabinet de chirurgie du genou comme le mien, où je réalise chaque année 300 à 350 arthroplasties totales du genou sur un total de 1 250, un robot serait inutilisé pendant une grande partie du temps. Il n'est pas utilisé pour les ostéotomies ou les chirurgies ligamentaires. Je crois au potentiel de la robotique, mais elle doit être applicable à diverses procédures pour justifier son coût.

Actuellement, ces robots ne sont pas des plateformes ouvertes, ce qui est logique d'un point de vue commercial, mais moins d'un point de vue clinique. Il est difficile de justifier un investissement dans un robot qui n'est utilisé que pour une ou deux procédures, comme les prothèses totales et unicompartmentales du genou. Cela dit, je crois en la technologie, en particulier en la technologie personnalisée. Je pense qu'il y a souvent une inadéquation entre la forme des implants et l'anatomie native, en particulier chez les jeunes patients souffrant d'arthrose précoce. C'est là que la technologie personnalisée pourrait vraiment faire la différence.

En Belgique, nous avons observé que l'âge moyen pour la chirurgie de révision est plus jeune que l'âge moyen pour les implants primaires. Cela suggère que nous avons des problèmes avec certaines populations de patients ou certains morphotypes, peut-être en raison de l'ajustement de l'implant. Au lieu d'éviter ces cas difficiles, je pense que la technologie nous aidera à progresser, soit grâce à des implants individualisés, soit grâce à de meilleures techniques d'implantation. Ainsi, bien que je sois favorable à la technologie en général, je pense que nous avons besoin de versions améliorées des systèmes robotiques actuels et de plateformes plus ouvertes pour véritablement révolutionner notre domaine.

**M+D : Il semble que la technologie ne demande qu'à être améliorée, à la fois dans la manière dont nous l'utilisons et dans ce qui est disponible.**

PV : Exactement. Nous avons affaire à la première version de cette technologie. Nous avons besoin des versions deux, trois, quatre et cinq. Une plateforme ouverte constituerait une avancée significative, mais si vous interrogez les représentants de l'industrie, ils vous diront qu'il n'y a pas de modèle commercial pour cela en raison des budgets restreints.

**M+D : Parlez-nous de votre attachement à Lyon - qu'appréciez-vous dans cette ville en dehors de la gastronomie ?**

PV : J'aime les autres. Ce que j'apprécie à Lyon, ce n'est pas tant la ville elle-même que les gens qui y vivent. Je me suis fait beaucoup d'amis et l'une des caractéristiques de l'école lyonnaise est son ouverture d'esprit. Même s'il y a beaucoup de fortes personnalités avec beaucoup d'énergie et de conviction, il y a aussi énormément de respect mutuel. En tant qu'étranger, je m'y suis toujours senti chez moi, ce qui est une sensation très positive. Cela permet à la ville et au groupe de chirurgiens orthopédiques de se développer. Ce n'est pas le genre de groupe qui prétend être le meilleur tout en rabaisant les autres. Au contraire, ils attirent le succès et, en étant attractifs, ils deviennent plus puissants. Ils cultivent le succès d'une manière que j'ai toujours appréciée, même s'il y a des désaccords occasionnels.

**M+D : Quels conseils donneriez-vous à de jeunes collègues qui souhaitent suivre vos traces ?**

PV : Aux jeunes collègues, je dirais que "*Travailler avec passion, s'amuser avec passion*" devrait être la devise principale. Rien n'est gratuit ou facile, mais il faut aussi apprécier le travail. Nouez des relations et apprenez à connaître les gens. Ne vous isolez pas ; tendez la main et essayez de trouver des personnes partageant les mêmes idées que vous. Vous serez toujours surpris par le nombre de personnes partageant les mêmes idées, même parmi celles qui se trouvent au sommet. J'essaie d'être accessible et ouvert à mes jeunes collègues, en les incitant à donner le meilleur d'eux-mêmes. Encore une fois, je conseille de travailler fort et de s'amuser fort. ■

(suite de la page 01)

À ce jour, il n'existe pas de protocole standardisé pour valider la reprise du sport après une reconstruction du LCA. La notion de RTS est indissociable des concepts de sécurité et de performance : l'objectif est de réintégrer le jeu à un niveau de performance au moins équivalent tout en minimisant le risque de nouvelle blessure. À l'aide des connaissances actuelles et du récent consensus d'experts ISAKOS 2022 (3), nous allons exposer plusieurs facteurs validés qui peuvent guider le patient et l'équipe médicale dans le processus de retour au sport en sécurité.

## FACTEURS PRÉOPÉRATOIRES

### 1. Délai opératoire

La décision d'une prise en charge chirurgicale précoce ou retardée dépend de plusieurs paramètres, notamment la récupération des amplitudes articulaires complètes et symétriques, l'absence d'un genou douloureux et œdématié. Il est essentiel de corriger tout déficit pré-opératoire des amplitudes articulaires notamment en présence d'un flessum ou d'un déficit de flexion inférieure à 90°. Il est recommandé d'attendre la résolution du processus inflammatoire avant

de procéder à l'intervention chirurgicale. Un délai minimum de trois semaines est généralement conseillé, mais cela peut varier en fonction de la présence ou non de lésions associées (méniscales, chondrales) [4].

### 2. Mise en place d'un programme de rééducation pré-opératoire

La mise en place d'un programme de rééducation pré-opératoire est essentielle pour préparer le patient à la chirurgie et optimiser la récupération (Figure 1). L'adhésion du patient est d'ailleurs indispensable afin d'obtenir de bons résultats cliniques pré-opératoire.

Ce programme vise à réduire l'inflammation, la douleur et l'épanchement, et ainsi retrouver des amplitudes articulaires normales, de la force musculaire et un contrôle neuromusculaire correct [5,6]. Il se fera de manière progressive sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines selon les progrès réalisés par le patient.

**La première étape** est avant tout à visée **anti-inflammatoire et antalgique** par l'usage de la physiothérapie (drainage de l'œdème).

**La seconde étape** est axée sur le **renforcement musculaire et la récupération du contrôle neuromusculaire**. L'évalua-

tion de la récupération musculaire des extenseurs et fléchisseurs de genou peut être réalisée par des tests isocinétiques. Il permet d'évaluer de manière objective un déficit de force du quadriceps en mesurant le pic de force ou mouvement de force maximale (MFM) ainsi que le déficit de force des ischio-jambiers exprimé par l'intermédiaire du ratio mixte. Le contrôle neuro-musculaire sera mesuré grâce à un bilan fonctionnel et des tests spécifiques (Leg Hop-test, Drop Jump Test...).

Enfin, un **auto questionnaire IKDC** peut-être remis au patient afin d'évaluer son ressenti personnel.

## FACTEURS PER-OPÉRATOIRES

### 1. Type de greffe

Les autogreffes sont généralement préférées aux allogreffes en raison de leurs meilleurs résultats à long terme.

Bien que les allogreffes permettent une rééducation post-opératoire plus confortable et une récupération moins douloureuse, elles présentent un taux d'échec plus élevé. Les allogreffes peuvent être envisagées dans certains cas spécifiques, notamment pour les sports de pivot de haut niveau.

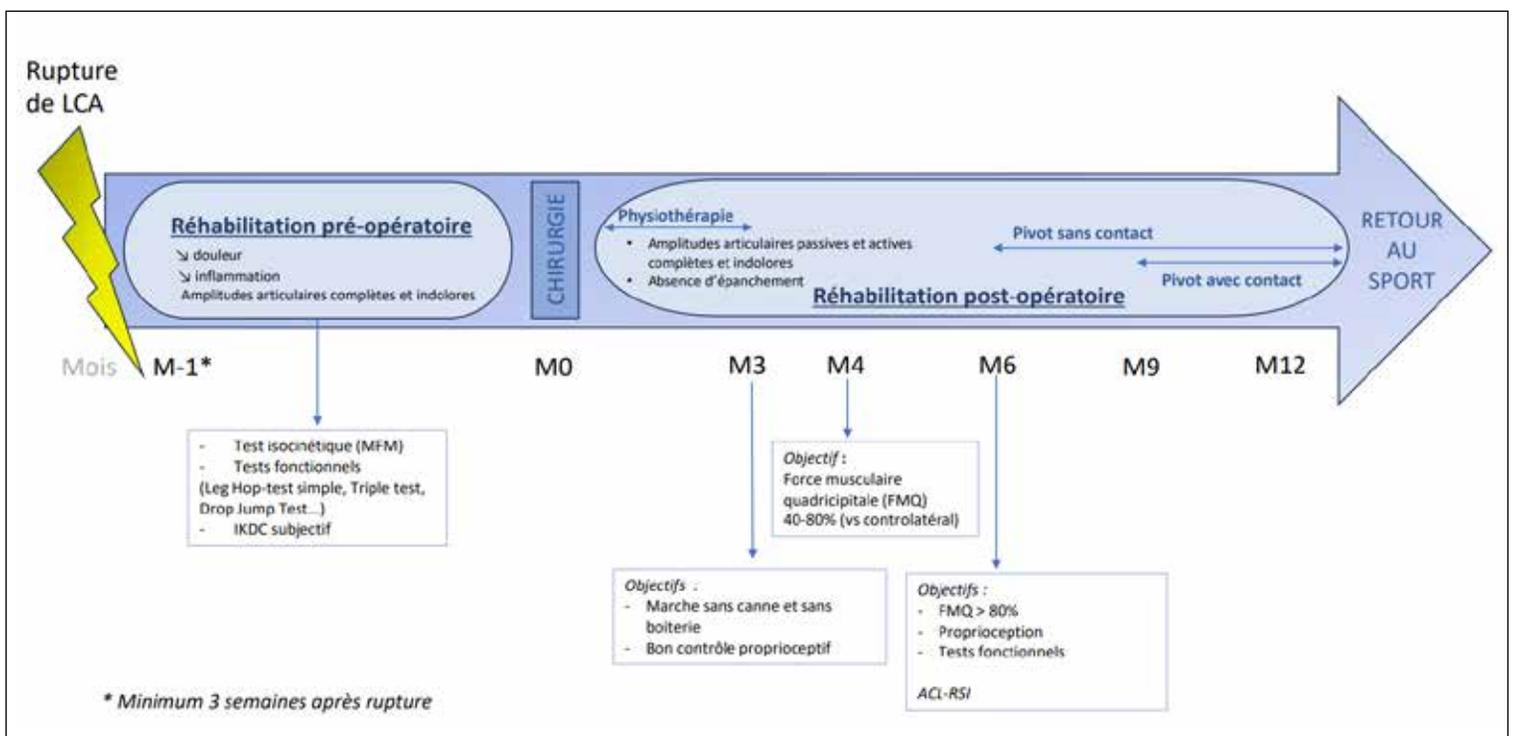


Figure 1 : Programme de rééducation pré et post opératoire d'une rupture du LCA.

## 2. Traitement des lésions associées

Les lésions méniscales et/ou chondrales concomitantes doivent être traitées simultanément à la reconstruction du LCA pour optimiser le RTS.

## 3. Caractéristiques spécifiques du patient

Chez les jeunes patients (<25 ans), les patients présentant une hyperlaxité ou un pivot shift important, l'ajout d'un geste antérolatéral peut être envisagé pour améliorer la stabilité du genou et favoriser le RTS.

## FACTEURS POST-OPÉRATOIRES

Une fois l'intervention réalisée, l'athlète devra bénéficier d'une prise en charge précoce, spécifique et multidisciplinaire pour espérer un RTS dans les meilleures conditions possibles. Nous le verrons, cette prise en charge intègre des modalités psychologiques, physiques et cliniques (Figure 1). Le facteur temporel seul n'est pas suffisant pour valider ou non le RTS [1].

## 1. Programme de rééducation post-opératoire

Un programme de rééducation complet et individualisé est essentiel pour une récupération optimale. Ce programme doit intégrer le renforcement musculaire progressif, la proprioception, la qualité de mouvement, les amplitudes articulaires et le contrôle neuromusculaire. La reconstruction d'un LCA lésé peut entraîner une altération de la qualité de mouvement, ce qui est associé à un risque accru de lésion secondaire [6].

L'évaluation vidéo des mouvements fonctionnels (saut, accroupissement, réception, changement de direction) permet d'identifier les déficits et d'adapter la rééducation [6] (Tableau 1).

## 2. Dimension psychologique

En plus des critères physiques, il est primordial d'intégrer l'aspect psychologique dans la prise de décision [2]. L'échelle ACL-RSI (Return to Sport after Injury) peut être utilisée pour évaluer la préparation psychologique, tandis que les PROMs (Patient-Reported Outcome Measures) tels que le Tegner et l'IKDC peuvent fournir des informations précieuses sur l'expérience du patient et ses attentes.

L'échelle ACL-RSI est une échelle validée et fiable utilisée pour mesurer la préparation psychologique au RTS. Elle comprend 12 questions couvrant les aspects émotionnels, la confiance en soi et l'évaluation du risque. Les résultats permettent d'établir un profil d'athlète, fournissant une aide précieuse à la décision de RTS dans des conditions optimales, tout en étant prédictifs de la performance et du risque de nouvelle blessure.

## 3. Bilan fonctionnel et analytique

L'évaluation fonctionnelle et analytique est essentielle pour guider la décision de RTS. Les tests isocinétiques permettent de mesurer la force musculaire, tandis que les tests fonctionnels tels que le Hop Test évaluent la capacité de saut et la proprioception. Un Limb Symmetry Index (LSI) supérieur à 85-90% est généralement considéré comme un indicateur favorable pour le RTS, un facteur préventif d'une nouvelle blessure [7].

Il existe de nombreux tests fonctionnels, parmi lesquels le Hop Test est le plus largement utilisé. Il évalue les sauts sur une seule jambe, les sauts croisés, les triples sauts et les sauts chronométrés sur 6m. Il est à noter que les résultats préopératoires ne sont pas prédictifs de la fonc-

		M3-M4	M6-M7	M10-M12
TEST ISOCINETIQUE			MFM > 2 (H) / 1.8 (F) Ratio fonctionnel : 0.9-1.4 LSI Q conc - II conc et exc : > 85-90%	
LEG HOP-TEST	Leg hop test simple	Stabilité genou / bassin statique Valgus unipodal statique	LSI > 85% → retour terrain	LSI > 93-96% → retour compétition
	Triple test			
	Cross Over			
	6m Time Hop			
DROP JUMP TEST			Statique ou dynamique : Latéralisation du tronc + Valgus dynamique unipodal	Dynamique : stabilité tronc - bassin - genou
JUMP TEST (test de saut vertical)			LSI > 80% → retour terrain	LSI > 90% → retour compétition
SHUTTLE RUN (test d'agilité) - MICODT				+++ → retour compétition
FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN (FMS)				Score > 13/30 (> 16/30 pour un sportif de haut niveau)
Y-BALANCE TEST				Asymétrie antérieure < 4cm Score globale > 90%
IKDC			Score > 95% : prédictif test iso < 10%	
ACL-RSI		M4 : > 56% pour RTS à 12 M	M6 : > 72% pour RTS à 12 M	

Tableau 1 : Critères de reprise du sport

tion du genou, mais plutôt de la fonction autodéclarée du genou (IKDC). Le One Leg Hop contact (temps de contact) et le Jump Time (temps de saut) sont également utilisés pour évaluer la proprioception [8].

Les modalités du bilan peuvent être adaptées en fonction du type d'activité pratiquée par le patient (Tableau 2).

## 4. Réathlétisation et retour au sport

La réathlétisation d'un sportif doit prendre en compte les spécificités du sport pratiqué, car les contraintes imposées aux genoux peuvent varier considérablement [9]. Il est essentiel d'intégrer les concepts de sport en charge et de sport-pivots. Par exemple, le genou d'un cycliste subit peu de contraintes, car il est mobilisé dans l'axe sans supporter le poids du corps. A l'opposé, le genou d'un joueur de football, en charge, absorbe des contraintes beaucoup plus importantes de type pivot-contact, accélération/décélération. Ainsi, pour protéger le genou d'une nouvelle blessure après la reprise du sport, le programme de réathlétisation doit intégrer un réentraînement spécifique au sport pratiqué [8]. Ce réentraînement spécifique doit être introduit de manière progressive, avec une validation sur le terrain nécessaire pour confirmer la reprise.

De même, une charge de travail insuffisante avant le RTS constitue un facteur de risque de nouvelle blessure. Il est crucial d'augmenter progressivement la charge de travail du sportif jusqu'à ce qu'elle atteigne le niveau requis en pratique [6].

Les sportifs de haut niveau, ayant des niveaux élevés d'habileté athlétique avant la lésion, ont une meilleure probabilité de revenir à leur niveau sportif pré-lésionnel. Cependant, des études montrent que ceux pratiquant des sports de pivot réussissent moins bien à retrouver leur niveau d'activité antérieur après une reconstruction du ligament croisé antérieur.

	Ski	Football
0-6 semaines	Amplitudes articulaires complètes et indolores Contraction isométrique complète du quadriceps Travail aérobie du haut du corps	
6-12 semaines	Endurance : chaîne fermée squat 60° Proprioception des forces centrifuges Travail aérobie du haut du corps	Force et explosivité : Pliométrie, LSI > 75% Proprioception en valgus/varus/rotation Travail aérobie sur vélo stationnaire
12-20 semaines	Force et explosivité : Pliométrie, LSI > 85%	Accélération / Décélération Rééducation au contact Force : LSI > 85% - chaîne ouverte / fermée
6 mois	Retour terrain : ski basse vitesse et sans bosse	Retour terrain : sans contact
10-12 mois	Retour à la compétition : Vail Sport Test : 4 tests Score > 45/54	Retour à la compétition : Yo-Yo intermittent recovery test Repeat shuttle sprint ability test

Tableau 2 : étapes pour un retour au sport spécifique au ski et au football

## CONCLUSION

La reprise du sport après une reconstruction du ligament croisé antérieur (LCA) est un processus complexe qui nécessite une approche multifactorielle et individualisée. Les recommandations d'experts, basées sur un consensus international, soulignent l'importance de prendre en compte de nombreux facteurs : la préparation préopératoire, le délai de prise en charge chirurgicale, la rééducation post-opératoire, la dimension psychologique et l'évaluation fonctionnelle.

La décision de RTS ne peut se baser uniquement sur le délai post-opératoire, mais doit intégrer une évaluation globale de l'athlète, prenant en compte sa récupération physique, sa préparation psychologique et ses capacités fonctionnelles spécifiques au sport pratiqué. Un programme de rééducation complet et individualisé, associé à une évaluation fonctionnelle rigoureuse, sont essentiels pour optimiser le RTS et minimiser le risque de récurrence.

L'objectif ultime est de permettre un retour au sport en toute sécurité, tout en optimisant les performances de l'athlète et en minimisant le risque de récurrence. Cet objectif ambitieux nécessite une collaboration étroite entre le patient, le chirurgien, le kinésithérapeute et les autres professionnels de santé impliqués dans la prise en charge.

Bien que le consensus d'experts apporte des recommandations précieuses, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour affiner les critères de RTS, personnaliser davantage la prise en charge en fonction des spécificités de chaque patient et du sport pratiqué, et développer des outils d'évaluation plus précis pour prédire le risque de récurrence. L'objectif final est d'offrir à chaque patient ayant subi une reconstruction du LCA les meilleures chances de retrouver son niveau de performance antérieur en toute sécurité. ■

## Bibliographie

1. Chona D, Eriksson K, Young SW, Denti M, Sancheti PK, Safran M, Sherman S. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: the argument for a multimodal approach to optimise decision-making: current concepts. *J ISAKOS*. 2021 Nov;6(6):344-348. doi: 10.1136/jisakos-2020-000597. Epub 2021 Jun 4. PMID: 34088854.
2. Van Melick N, van Cingel RE, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hulle-gie W, Nijhuis-van der Sanden MW. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med*. 2016 Dec;50(24):1506-1515. doi: 10.1136/bjsports-2015-095898. Epub 2016 Aug 18. PMID: 27539507.s
3. Figueroa D, Arce G, Espregueira-Mendes J, Maestu R, Mosquera M, Williams A, Parker D, Cohen M, Karahan M, Ochoa Perea GA, Zaffagnini S, Neyret P, Karlsson J, Musahl V, Radice F, van der Merwe WM, Landreau P, Imhoff A, Menetrey J, Ayeni OR, Arliani GG, Sherman SL, Monllau JC, D'Hooghe P, Pinczewski L, Feller J, Patnaik S. Return to sport soccer after anterior cruciate ligament reconstruction: ISAKOS consensus. *J ISAKOS*. 2022 Dec;7(6):150-161. doi: 10.1016/j.jisako.2022.08.004. Epub 2022 Aug 23. PMID: 35998884
4. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fear of re-injury in people who have returned to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *J Sci Med Sport*. 2012 Nov;15(6):488-95. doi: 10.1016/j.jsams.2012.03.015. Epub 2012 Jun 12. PMID: 22695136.
5. van Melick N, van Cingel RE, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hulle-gie W, Nijhuis-van der Sanden MW. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med*. 2016 Dec;50(24):1506-1515. doi: 10.1136/bjsports-2015-095898. Epub 2016 Aug 18. PMID: 27539507.
6. Buckthorpe M. Optimising the Late-Stage Rehabilitation and Return-to-Sport Training and Testing Process After ACL Reconstruction. *Sports Med*. 2019 Jul;49(7):1043-1058. doi: 10.1007/s40279-019-01102-z. PMID: 31004279
7. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010 Nov;40(11):705-21. doi: 10.2519/jospt.2010.3345. PMID: 20710097; PMCID: PMC3158986.
8. Abrams GD, Harris JD, Gupta AK, McCormick FM, Bush-Joseph CA, Verma NN, Cole BJ, Bach BR Jr. Functional Performance Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *Orthop J Sports Med*. 2014 Jan 21;2(1):2325967113518305. doi: 10.1177/2325967113518305. PMID: 26535266; PMCID: PMC4555525.
9. Martin R, Gard S, Besson C, Ménétrey J. Retour au sport après reconstruction du ligament croisé antérieur [Return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction]. *Rev Med Suisse*. 2013 Jul 17;9(393):1426-31. French. PMID: 23971328.



26<sup>th</sup> EFORT  
Congress 2025

Lyon, France

11–13 June 2025

Main theme: Modern Technologies in Orthopaedics: Challenging Ethics and Outcome

#EFORT2025



# PROTHÈSE TOTALE DU GENOU À PRÉSERVATION DES DEUX LIGAMENTS CROISÉS

Frédéric LAVOIE<sup>1</sup>

1. Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CHUM), Montréal, Québec, Canada  
[fredericlavoie.md@gmail.com](mailto:fredericlavoie.md@gmail.com)

En elle-même, la tenue de trois journées de conférences de haut calibre sur le ligament croisé antérieur (LCA) témoigne de l'importance de cette structure dans la fonction du genou. Il peut donc sembler contradictoire que ce ligament soit sacrifié par pratiquement tous les chirurgiens lors de la réalisation d'une prothèse totale du genou (PTG) alors que la PTG bicroisé-rétentive (BCR) existe depuis plus de quarante ans.

Dans cet article, nous discuterons des causes du manque de popularité de cette technique et explorerons diverses pistes pour en améliorer les résultats.

## ÉVOLUTION DU CONCEPT ET DES IMPLANTS

Plusieurs des premiers implants articulaires du genou permettaient de préserver les deux ligaments croisés. Certains comportaient des composants tibiaux et parfois fémoraux en deux portions séparées, dont le genou Polycentrique de Gunston à la fin des années 1960 et la prothèse Duo-Condylar de Ranawat des années 1970, mais ces implants ont été assez rapidement abandonnés. La prothèse LCS BCR de Buechel et Pappas de la fin des années 1970, commercialisée par Depuy, a connu un certain succès et a fait l'objet de quelques publications avant d'être retirée du marché.

Seuls deux des implants dits de première génération ont passé le test du temps. Il s'agit dans les deux cas d'implants monoblocs au fémur et au tibia dont la forme cherchait à reproduire l'anatomie du genou. Surtout, tous deux étaient des implants sans contrainte dans le plan transverse, tant en translation qu'en rotation, axés sur le principe d'une sta-

bilisation du genou par ses structures capsulo-ligamentaires. D'abord le genou Anatomique de Townley (1972) qui fut commercialisé par Depuy et ensuite par BioPro. L'implant en était à sa troisième génération mais n'est maintenant plus disponible. La prothèse de Cloutier a quant à elle été commercialisée à la fin des années 1970 par Zimmer puis par Ceraver-Osteal dans les années 1980 sous le nom de Hermes 2C. Cette prothèse se distinguait par la technique de pose proposée par son concepteur qui préconisait l'utilisation d'un tensionneur extra-articulaire et intégrait l'équilibrage ligamentaire au processus de positionnement des implants (Figure 1). Plusieurs chirurgiens, français notamment, sont venus apprendre la technique avec J-M. Cloutier à l'hôpital St-Luc à Montréal. La lourdeur procédurale amenée par le tensionneur ainsi que l'expérience de mauvais résultats a conduit à l'abandon de cette technique par la quasi-totalité des chirurgiens. Les concepts d'équilibrage évoqués par J-M. Cloutier ont néanmoins pu être repris dans une technique plus simple utilisant des blocs d'espacement au lieu d'un tensionneur et la dernière génération de cet implant a été utilisée avec succès par moi-même jusqu'à son retrait du marché il y a quelques années seulement.

Dans les années 2010, Biomet a développé puis commercialisé la Vanguard XP, une prothèse BCR dont la forme ressemblait à celle de Cloutier mais avec une technique de pose suggérée n'intégrant pas l'équilibrage ligamentaire. Cet implant a fait l'objet de plusieurs études sur lesquelles nous reviendrons plus loin et a été retiré du marché dans la foulée du rachat de Biomet par Zimmer, notamment à cause de résultats publiés jugés non satisfaisants et probablement pour des raisons économiques.

Ainsi, la seule PTG BCR actuellement disponible est la Journey II XR de Smith+Nephew. Cet implant se distingue des autres prothèses BCR par l'asymétrie d'épaisseur des condyles prothétiques fémoraux et des polyéthylènes tibiaux qui caractérise l'ensemble de la gamme Journey II. Cette asymétrie vise à créer une interligne articulaire en léger varus malgré des coupes osseuses orthogonales ; c'est un concept intéressant mais qui comporte des limites que nous discuterons plus loin. Notons que la technique chirurgicale et l'instrumentation fournies par la compagnie ne permet pas d'intégrer l'équilibrage ligamentaire au positionnement et au choix de taille des composants prothétiques ; nous reviendrons sur cet aspect important.

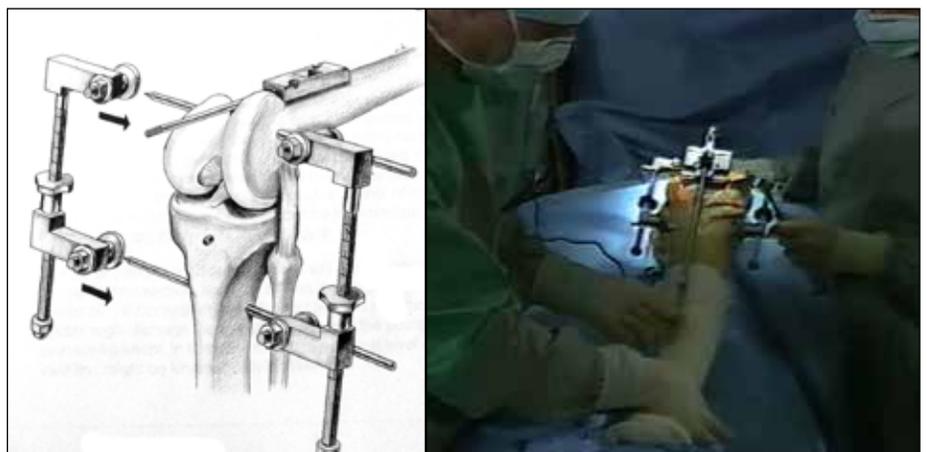


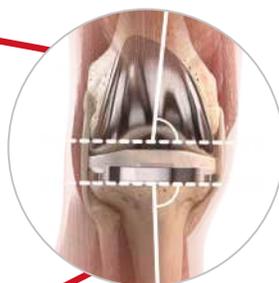
Figure 1: Technique de pose avec tensionneur extra-articulaire proposée par J-M. Cloutier, concepteur de la PTG BCR Hermes 2C.

# Pourquoi remplacer quand on peut restaurer?

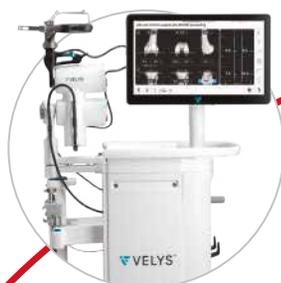
**ATTUNE®**  
Knee System\*



**TECHNIQUES  
SPECIFIQUES  
PATIENT\*\***



**VELYS™**  
Robotic-Assisted Solution\*\*\*



**OBJECTIF : SATISFACTION DES PATIENTS**

 **DePuy Synthes**

\*Les implants ATTUNE® sont des dispositifs médicaux de classe III indiqués pour des douleurs articulaires ou arthrose sévère (généralement consécutive à une maladie articulaire dégénérative non inflammatoire). Les implants ATTUNE® sont pris en charge par les organismes d'assurance maladie dans certaines conditions : consulter amel.fr.

\*\*Patient Specific techniques fait référence à un ensemble de techniques chirurgicales destinées à réaliser un équilibre ligamentaire conforme aux souhaits du chirurgien.

\*\*\*La solution d'assistance robotique VELYS™ est un dispositif médical de classe IIa destinée à la chirurgie stéréotaxique pour aider le chirurgien à identifier la position et l'orientation relatives des structures anatomiques, à planifier la position des composants prothétiques fémoraux et tibiaux en préopératoire et à préparer les os pendant l'arthroplastie totale de genou. VELYS™ n'est pas pris en charge par les organismes d'assurance maladie. VELYS™ et ATTUNE® sont fabriqués par DePuy Ireland UC et l'évaluation de leur conformité a été réalisée par le BSI (CE 2797). Lire attentivement les notices d'utilisation pour connaître les indications, contre-indications, l'utilisation recommandée, les mises en garde et les précautions d'emploi.

Johnson & Johnson Medical SAS – 1 rue Camille Desmoulins – 92130 Issy-Les-Moulineaux. RCS Nanterre B612 030 619. 24-05-JJMED-PM-001. Mai 2024. FR\_DPS\_JRKN\_369162  
Veuillez vous référer au mode d'emploi pour une liste complète des indications, contre-indications, avertissements et précautions.

©DePuy Synthes 2024. Tous droits réservés.

## EXPÉRIENCE PERSONNELLE

J'ai posé ma première PTG BCR en 2009. Influencé par le concept des coupes dépendantes auquel j'ai été exposé pendant mon année de fellowship avec le professeur Philippe Neyret à l'Hôpital de la Croix-Rousse en 2007 et satisfait de mon expérience avec la technique de pose avec blocs d'équilibrage dite « *Espaces* » pour la PTG postéro-stabilisée (PS) de Ceraver [1], j'ai dès le début appliqué les principes mis de l'avant par J-M. Cloutier pour cet implant dont la stabilité repose sur les structures molles. J'avais au préalable commencé à analyser les résultats des cas opérés par le Dr Cloutier pour m'assurer que cette option chirurgicale avait une survie à long terme satisfaisante [2]. Encore sous l'influence de mon séjour à la Croix-Rousse, j'ai systématiquement documenté les informations cliniques, chirurgicales et radiologiques des patients opérés pour permettre d'étudier les déterminants de succès et d'échec de cette alternative thérapeutique peu répandue, alimentant les publications et travaux en cours que je partage dans cet article.

J'ai posé la PTG XP de Zimmer-Biomet chez trente patients après avoir fait développer des instruments pour intégrer l'équilibrage ligamentaire au positionnement prothétique, jusqu'à ce que l'implant soit retiré.

Depuis 2020 je pose la Journey II XR dès que cela est possible, toujours avec une technique axée sur l'équilibrage, et j'ai débuté les poses assistées du système robotique CORI à la fin de 2022.

## AVANTAGES DÉMONTRÉS ET POTENTIELS

Dans le contexte actuel où des PTG sont posées à un nombre croissant de patients, dont certains de plus en plus jeunes et actifs, et où les insatisfactions liées à leur remplacement articulaire se situent entre 10 à 20% selon les sources, la PTG BCR apparaît comme une alternative intéressante. D'abord, la ciné-

matique articulaire des PTG BCR se rapproche davantage de celle du genou natif que celle des implants PS ou à préservation du ligament croisé postérieur uniquement (CR), et ce tant pour les modèles de première génération que pour les implants récents comme la Vanguard XP et la Journey II XR. Ceci pourrait donc s'avérer pertinent pour les patients jeunes et actifs qui tendent à solliciter davantage leur genou prothétique, mais aussi pour l'ensemble des patients opérés d'une PTG selon l'hypothèse qu'un genou bougeant comme un genou natif rendrait les patients plus satisfaits du résultat. Nous ne sommes cependant pas au courant de la moindre étude appuyant ces hypothèses, les résultats publiés faisant plutôt état de scores cliniques équivalents entre les PTG BCR et les autres types de PTG [3].

Un autre avantage potentiel de la PTG BCR est la préservation du capital osseux, laquelle présente de l'intérêt en cas de révision prothétique, particulièrement pour les individus opérés jeunes pour lesquels une révision est statistiquement plus probable. Peu mentionné dans la littérature, cet élément a été relevé dans notre article de survie à long terme dans lequel 90% des révisions avaient pu être réalisées à l'aide de composantes primaires, donc sans tige intramédullaire ni cale d'augmentation, et ce parce que la pose de l'implant Hermes 2C laisse vierge la région intercondylienne fémorale et le massif des épines tibiales et parce que le composant fémoral ne présente pas de plot et le composant tibial seulement deux plots minimalistes, permettant donc une extraction d'implant peu intrusive [2]. Il n'est cependant pas clair si ce phénomène s'applique aux implants récents, notamment à la Journey II XR avec sa quille tibiale plus volumineuse et son composant fémoral comprenant deux plots distaux et impliquant une coupe postérieure angulée en flexion. C'est dans une optique de préservation osseuse que nous retirons les plots de l'implant fémoral définitif, or cela n'a pas empêché qu'une partie de condyle fémoral médial suive la prothèse chez une de nos patientes révisée de sa Journey II XR, probablement en lien avec l'angulation relative des coupes fémorales antérieure et postérieure qui se trouve en quelque sorte à coincer le fémur distal dans la prothèse. Cette observation anecdotique devra être confirmée par d'autres événements similaires s'il y a lieu mais pourrait compromettre cet avantage potentiel de la PTG BCR.

## SURVIE ET COMPLICATIONS

Les études de survie de la PTG BCR sont peu nombreuses. Pour les implants de première génération, la survie à 12 ans de la LCS de Depuy était de 90,9% pour Buechel et Pappas (1990) et de 79% à 14 ans pour Hamelinck et al (2002). Pritchett a rapporté une survie de 89% à 23 ans de suivi avec l'usure de polyéthylène (PE) comme principale cause de révision pour la PTG Anatomique de Townley (2015). Notre groupe a publié une survie de 82,1% à un suivi moyen de 22,4 ans pour la PTG 2C de Cloutier, l'usure de PE étant aussi la principale cause de révision suivie du descellement tibial [2]. Ces taux de survie sont comparables à ceux de séries de PTG CR avec un suivi équivalent.

Aucune étude de survie à long terme n'est évidemment disponible pour les implants BCR récents. Les résultats à court et moyen terme de la Vanguard XP sont variables, allant de 13,8% de révision à 18 mois de suivi pour Pelt et al. [4] à 1,4% de révision à 12 mois avec un haut taux de satisfaction pour Alnachoukati et al. (2018), alors qu' Eggenberger et al. rapportent 11,3% de révision à 5,2 ans de suivi (2022). Ces résultats en demi-teinte ne sont sûrement pas étrangers au retrait de l'implant et amènent certains auteurs à ne pas recommander l'usage de la PTG BCR en dehors d'études expérimentales.

Alors qu'à long terme la cause de révision principale est l'usure de PE, les réopérations précoces pour cause aseptique sont effectuées pour ankylose, douleur persistante et descellement (tibial surtout) et à des taux qui paraissent supérieurs à ce qui est rapporté avec les implants PS et CR [4-6]. Ces complications sont discutées plus loin mais soulignons déjà qu'elles contribuent assurément à la faible popularité de la PTG BCR.

## INDICATIONS

Bien que peu utilisée actuellement, la PTG BCR suscite l'intérêt d'une forte proportion d'orthopédistes avec 65% qui considéreraient l'implanter selon un sondage international [7]. Notons aussi que le LCA est cliniquement présent dans plus

de 80% des genoux arthrosiques et jugé intact par résonance magnétique dans plus de la moitié des cas [8], donc en théorie la PTG BCR est techniquement possible chez une majorité de patients. Il est entendu que des déficits osseux importants et l'instabilité contre-indiquent cette procédure mais sinon la littérature n'offre pas de ligne de conduite claires. Alors que certains auteurs suggèrent de réserver cet implant aux genoux peu déformés, nous n'avons pas vu de différence de résultats selon la sévérité du varus avec la technique employée (voir plus loin) et nous n'hésitons pas à poser une PTG BCR dans les gros varus du moment que l'amplitude articulaire est préservée. En effet, en plus de rendre la chirurgie plus exigeante techniquement, la raideur préopératoire tend à se perpétuer en postopératoire de façon plus prononcée pour les PTG BCR que ce à quoi nous sommes habitués pour les PTG PS [9] ; ainsi pour nous une flexion maximale inférieure à 130 degrés et un flexum supérieur à 5 degrés contre-indiquent la PTG BCR.

## GESTION DES TISSUS MOUS

Si l'adage disant que la PTG est une procédure de tissus mous est vrai, la PTG BCR en fait la démonstration. En plus de l'impact de la raideur préopératoire, un phénomène d'enraidissement postopératoire a été constaté de façon plus importante dans les PTG BCR comparativement aux PTG PS [9]. Nous avons émis l'hypothèse que la préservation du pivot central occasionnait davantage de fibrose dans le genou, incluant dans l'échancrure intercondylienne, phénomène confirmé par l'aspect de celle-ci lors de chirurgies de révision (Figure 2), et que cette cicatrisation additionnelle s'avère plus résistante aux exercices de flexibilité. Alors que bien des chirurgiens aiment laisser les genoux « serrés » lors d'une PTG PS ou CR, une telle pratique résulte presque invariablement en une ankylose récalcitrante en postopératoire d'une PTG BCR. Bien que cela puisse paraître contre-intuitif pour un implant dont la stabilité repose sur les ligaments natifs, il est primordial de garder une certaine laxité médio-latérale puisque la raideur articulaire est nettement plus commune au suivi que l'instabilité. Cette



Figure 2 : Fibrose de l'échancrure intercondylienne entourant les ligaments croisés dans un genou opéré deux ans plus tôt pour une PTG BCR Hermes 2C.

laxité doit cependant être bien gérée, d'où l'importance d'un bon contrôle de l'équilibre ligamentaire dans la technique opératoire. La popularisation récente des systèmes de navigation mais surtout d'assistance robotique attire l'attention de la communauté orthopédique sur cet aspect important de l'arthroplastie du genou, or jusqu'à présent la vaste majorité des chirurgiens n'exerçaient pas un grand contrôle sur les espaces en flexion et déterminaient la rotation fémorale en fonction de repères osseux comme la ligne de fond de trochlée, l'axe transépicondylien ou les condyles fémoraux postérieurs. Les nouvelles technologies rendent possible une meilleure gestion des espaces mais nous croyons que cela est également possible avec une instrumentation classique avec blocs d'équilibrage, laquelle permet entre autres de reproduire une légère laxité latérale en flexion comme dans le genou natif [1].

## ALIGNEMENT

L'équilibre ligamentaire et l'alignement des composants prothétiques et du genou sont des éléments interdépendants. La tendance actuelle des diverses variantes d'alignement dit cinématique favorise de reproduire l'alignement du genou pré-arthrosique et de minimiser les gestes d'équilibrage, par opposition à la technique classique visant un alignement neutre du genou au prix de relâches ligamentaires parfois importantes.

Si on accepte généralement que la récupération d'un genou prothésé s'étend

sur environ un an, on peut interpréter ce délai comme le temps que prend le genou à s'adapter à sa nouvelle configuration. Selon cette hypothèse, on devrait s'attendre à ce que les genoux dont l'alignement a été davantage modifié par la chirurgie récupèrent plus lentement et obtiennent possiblement de moins bons résultats que ceux dont l'alignement a été minimalement modifié, tel que le suggèrent certaines études récentes sur l'alignement cinématique. Si ce phénomène s'avère, nous pensons qu'il pourrait s'exprimer de façon plus importante suite à une PTG BCR du fait de la préservation du pivot central et de l'enraidissement postopératoire accru décrit plus haut. Nous avons exploré ces hypothèses de deux façons différentes avec nos données rétrospectives.

D'abord, dans un article en cours de publication, nous avons regardé si la magnitude du varus ou un alignement en valgus en préopératoire avaient une incidence sur l'évolution et les résultats postopératoires dans un contexte de PTG BCR avec alignement mécanique et technique d'équilibrage avec blocs d'espace-ment. Nous n'avons pu identifier aucune différence en termes de complications ni d'évolution de l'amplitude articulaire et des scores KOOS et IKS entre les groupes de varus préopératoire (léger, modéré ou sévère). Les patients en valgus préopératoire ne montraient aucune différence avec les genu varum au niveau de l'amplitude articulaire et des scores cliniques mais présentaient un taux plus élevé de déscollement tibial en lien avec une surcorrection en varus, soulignant que s'il n'est pas encore clair à quel point on doit corriger la déformation préopératoire, il vaut probablement mieux de sous-corriger que de surcorriger.

Nous étudions aussi l'impact de l'alignement prothétique via la classification CPAK (Coronal Plane Alignment of the Knee) proposée par MacDessi et al. [10] et qui divise les genoux en neuf catégories en fonction de l'alignement du genou (varus, neutre ou valgus) et de l'obliquité de l'interligne articulaire (apex distal, neutre ou proximal), ces deux critères étant calculés à partir de l'angulation coronale du fémur distal et du tibia proximal. Si le respect de la catégorie CPAK suite à une PTG tend à bonifier l'évolution et les résultats, nous présumons que ce sera aussi le cas pour les PTG BCR, voire davantage. Ainsi, nous avons comparé des PTG Hermes 2C avec conservation postopé-

ratoire de la classe CPAK préopératoire (72 genoux) à des genoux opérés avec le même implant mais avec changement de classe CPAK induit par la chirurgie (114 genoux) au niveau de la flexion maximale et du score de la Knee Society jusqu'au suivi de deux ans. Nous avons reproduit l'exercice avec des genoux opérés pour une PTG Hermes/HiFit PS (82 genoux avec CPAK conservé et 126 avec modification CPAK). Nous n'avons pu identifier la moindre différence significative de flexion ni de score selon la conservation ou non de la classe CPAK mais avons cependant démontré une fois de plus la tendance des genoux opérés pour une PTG BCR à fléchir un peu moins que ceux opérés pour une PTG PS (Figure 3). Cette absence de différence appréciable selon la reproduction chirurgicale de la classe CPAK souligne soit les limites de la flexion maximale et du score de la Knee Society en tant qu'indicateurs de résultat clinique, soit l'impact moindre qu'anticipé de la classification CPAK sur l'évolution postopératoire.

## TYPE D'IMPLANT

Alors qu'en général on note peu ou pas de différence selon l'implant utilisé pour les PTG PS et CR modernes, nous cherchons à voir s'il en est de même avec la PTG BCR que nous considérons plus sensible aux variations techniques. Nous avons donc comparé les patients opérés avec une technique opératoire similaire mais avec trois implants BCR différents (Figure 4), à savoir la Hermes 2C de Ceraver-Osteal (218 genoux), la Vanguard XP de Zimmer-Biomet (28 genoux) et la Journey II XR de Smith+Nephew (83 genoux) au niveau de l'amplitude articulaire et du score de la Knee Society. Nos analyses préliminaires ne font pas ressortir de différence entre les implants au niveau des scores de la Knee Society, cependant on observe une flexion maximale plus grande d'une dizaine de degrés pour l'ensemble des suivis pour la Journey II XR comparativement aux deux autres implants (Figure 5). La différence avec la Hermes 2C peut en partie s'expliquer par une flexion préopératoire déjà inférieure pour les patients de ce groupe, or la flexion préopératoire des genoux opérés avec la Vanguard XP était similaire à celle des genoux opérés avec la Journey II XR mais toujours inférieure en postopératoire. Comme la technique opératoire était essentiellement la même

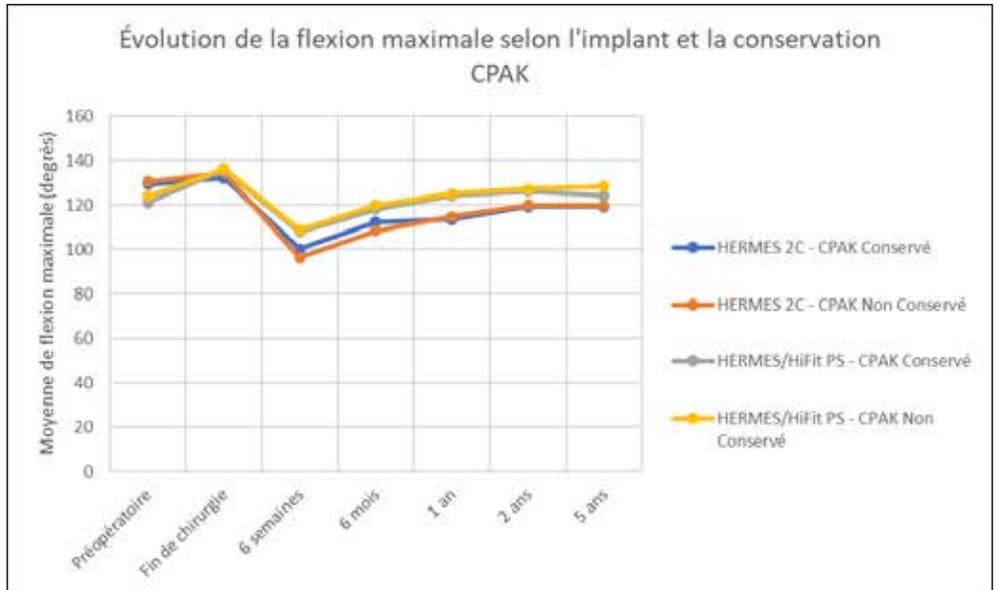


Figure 3 : Comparaison de la flexion maximale et des scores de la Knee Society pour la PTG Hermes PS et la PTG Hermes 2C selon que la classification CPAK préopératoire a été reproduite en postopératoire ou non.

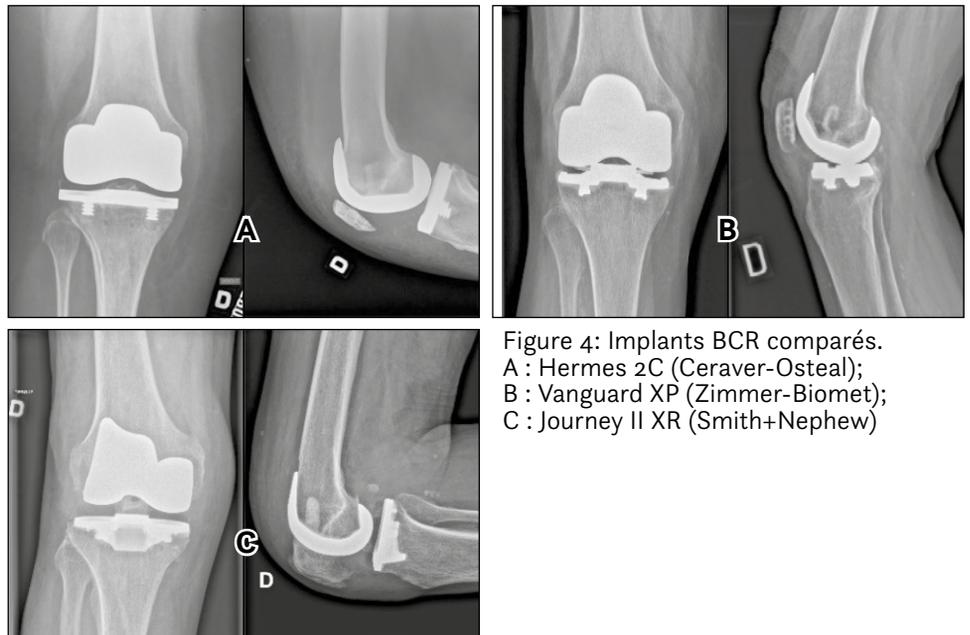


Figure 4: Implants BCR comparés.  
 A : Hermes 2C (Ceraver-Osteal);  
 B : Vanguard XP (Zimmer-Biomet);  
 C : Journey II XR (Smith+Nephew)

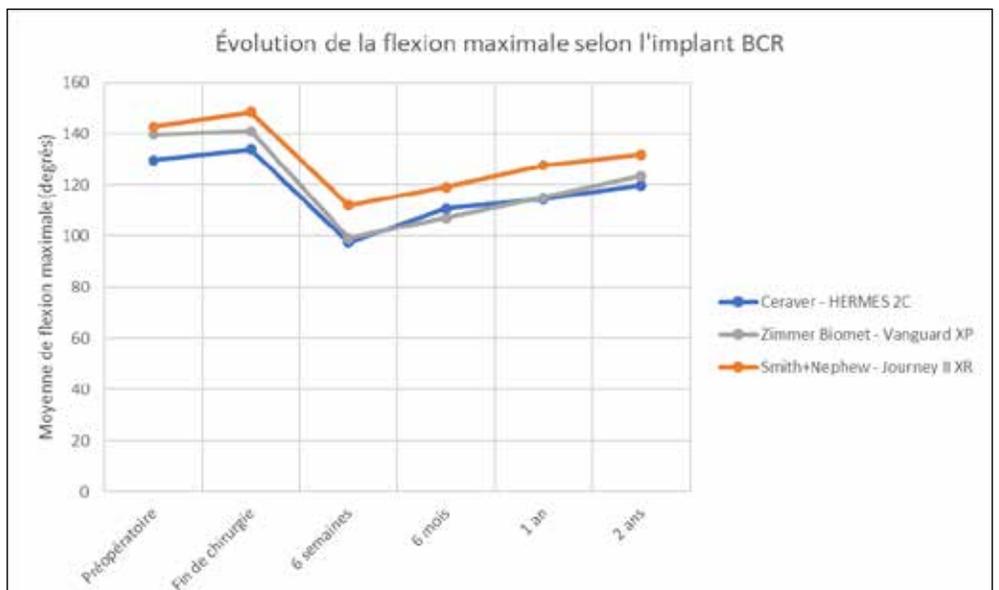


Figure 5 : Comparaison de la flexion maximale pour trois implants BCR différents. La flexion des PTG Journey II XR est statistiquement supérieure aux deux autres implants à tous les suivis ( $p < 0,05$ ).

RÉUNION ÉLARGIE DE PERFECTIONNEMENT  
EN CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE

47<sup>e</sup>

# GECO

## LES REPRISES

SAM. 18 > LUN. 20

JANVIER 2025

CENTRE DE CONFÉRENCES  
BELAMBRA BUSINESS

ARC 1800 - BOURG SAINT MAURICE



CERTIFICATION (en cours)

CONFÉRENCES ET COMMUNICATIONS

PRIX DE THÈSE ROLAND PETIT

PRÉSIDENT 2025 :

PR Denis HUTEN

BOURSES D'ÉTUDES

FIL ROUGE TRAITÉ PAR  
LES GROUPES DE SPÉCIALITÉS

AGREG-GRAAL FUTURA

VENUS SAC TALUS

PRO BIOMATERIA

GRUPE D'ÉTUDES POUR  
LA CHIRURGIE OSSEUSE



24 rue de la Sinne  
68100 MULHOUSE - FRANCE  
Tél. : +33 6 47 99 15 89  
Courriel : info@geco.asso.fr  
www.geco-medical.org

pour ces deux derniers implants, on peut suspecter que l'implant lui-même ait un impact mesurable sur l'évolution de la flexion postopératoire : bien que diverses caractéristiques prothétiques comme la courbure sagittale et la forme de trochlée puissent être en cause, l'élément distinctif de la Journey II XR est l'orientation oblique de l'interligne articulaire par rapport aux coupes osseuses, tant dans le plan coronal que transverse. Cela nous ramène au sujet de l'alignement prothétique par rapport à l'alignement natif discuté à la section précédente et renforce l'idée qu'un alignement plus anatomique favorise un mouvement articulaire plus physiologique.

## ROBOTIQUE

Le guidage robotisé est susceptible d'aider le chirurgien à mieux gérer les éléments techniques importants de l'alignement et de l'équilibrage ligamentaire et nous croyons que cela peut s'avérer fort utile pour la PTG BCR. Nous avons accès au système robotisé CORI de Smith+Nephew et avons comparé les résultats obtenus chez les 37 premières PTG BCR faites avec ce système aux résultats de 83 PTG BCR du même implant mais avec la technique avec blocs d'équilibrage déjà mentionnée. La durée du suivi du groupe robotisé demeure

courte pour l'instant mais nos résultats préliminaires ne font ressortir aucune différence au niveau de l'évolution de la flexion maximale avec ou sans robot. La situation est similaire au niveau des scores de la Knee Society.

Avant d'accepter l'hypothèse selon laquelle la technique traditionnelle avec équilibrage par blocs d'espace est suffisamment performante pour empêcher la technique robotique de se démarquer, une analyse plus poussée est de mise, notamment en considérant les données d'équilibrage fournies par le système CORI en plus de l'alignement prothétique mais aussi avec plus de genoux et un plus long suivi. Ceci nous permettra peut-être de voir si l'apparente absence de supériorité du robot sur les résultats cliniques s'explique par une courbe d'apprentissage. En effet, ce système ouvre la voie à une meilleure compréhension de la pose prothétique par l'entremise des informations qu'il fournit quant aux espaces articulaires tout au long de l'amplitude de mouvement, aux épaisseurs des résections ostéocondrales et de l'alignement des composants prothétiques (Figure 6). Cependant, entre autres limites et difficultés du système CORI, notons la façon de mesurer les espaces qui n'est pas standardisée, l'usure chondrale qui n'est pas considérée lors de l'initialisation, et l'asymétrie des composants prothétiques qui complexifie la référence à l'alignement natif.

Il reste donc beaucoup à faire avant de réussir à identifier la pose prothétique optimale pour un genou donné.

## CONCLUSION

Nous avons passé en revue l'évolution du concept de PTG bicroisé-rétentive. Si cette technique comporte ses enjeux spécifiques et n'a pas su démontrer ses avantages de façon assez convaincante pour être adoptée massivement, nous croyons que ses résultats peuvent être encore bonifiés et rendus plus reproductibles, notamment par l'entremise d'une pose reproduisant le mieux possible l'orientation articulaire native et assurant un équilibrage ligamentaire adéquat. Nous poursuivons nos travaux avec ces objectifs en tête. ■

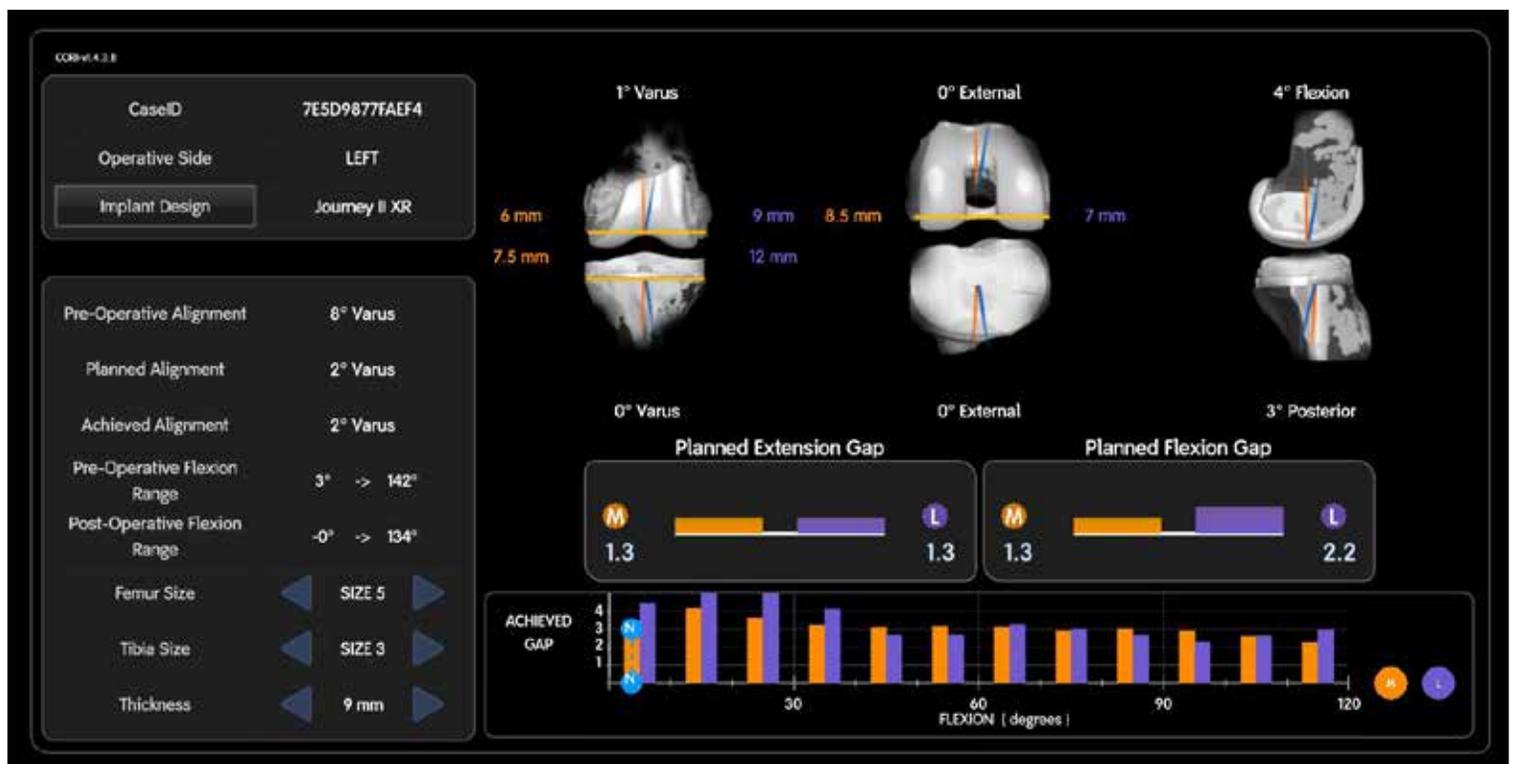


Figure 6 : Capture d'écran de l'interface du système robotique CORI montrant les informations générées pendant la chirurgie, ici à la fin d'une PTG BCR Journey II XR.

## Bibliographie

1. Lavoie F. **Spacer-Based Gap Balancing in Total Knee Arthroplasty: Clinical Success with a Reproducible Technique.** J Knee Surg. 2017 Oct;30(8):798-806. doi: 10.1055/s-0036-1597970. Epub 2017 Jan 6. PMID: 28061515.
2. Sabouret P, Lavoie F, Cloutier JM. **Total knee replacement with retention of both cruciate ligaments: a 22-year follow-up study.** Bone Joint J. 2013 Jul;95-B(7):917-22. doi: 10.1302/0301-620X.95B7.30904. PMID: 23814243.
3. Lavoie F, Denis A, Chergui S, Al-Shakfa F, Sabouret P. **Bicruciate-retaining total knee arthroplasty non-inferior to posterior-stabilized prostheses after 5 years: a randomized, controlled trial.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2023 Mar;31(3):1034-1042. doi: 10.1007/s00167-022-07210-0. Epub 2022 Nov 4. PMID: 36329189.
4. Pelt CE, Sandifer PA, Gililand JM, Anderson MB, Peters CL. **Mean Three-Year Survivorship of a New Bicruciate-Retaining Total Knee Arthroplasty: Are Revisions Still Higher Than Expected?** J Arthroplasty. 2019 Sep;34(9):1957-1962. doi: 10.1016/j.arth.2019.04.030. Epub 2019 Apr 20. PMID: 31160154.
5. Perreault C, Al-Shakfa F, Lavoie F. **Complications of Bicruciate-Retaining Total Knee Arthroplasty: The Importance of Alignment and Balance.** J Knee Surg. 2024 Feb;37(3):205-213. doi: 10.1055/a-2037-6261. Epub 2023 Feb 17. PMID: 36807101.
6. Troelsen A, Ingelsrud LH, Thomsen MG, Muharemovic O, Otte KS, Husted H. **Are There Differences in Micromotion on Radiostereometric Analysis Between Bicruciate and Cruciate-retaining Designs in TKA? A Randomized Controlled Trial.** Clin Orthop Relat Res. 2020 Sep;478(9):2045-2053. doi: 10.1097/CORR.0000000000001077. PMID: 32023233; PMCID: PMC7431269.
7. De Faoite D, Ries C, Foster M, Boese CK. **Indications for bi-cruciate retaining total knee replacement: An international survey of 346 knee surgeons.** PLoS One. 2020 Jun 15;15(6):e0234616. doi: 10.1371/journal.pone.0234616. PMID: 32542002; PMCID: PMC7295230.
8. Roussi K, Saunders C, Ries C, Rolvien T, Boese CK. **Anterior cruciate ligament intactness in osteoarthritic patients indicated for total knee arthroplasty: a systematic literature review and meta-analysis.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2021 Oct;29(10):3458-3466. doi: 10.1007/s00167-020-06292-y. Epub 2020 Sep 30. PMID: 32997162.
9. Lavoie F, Al-Shakfa F, Moore JR, Mychaltchouk L, Iguer K. **Postoperative Stiffening after Bicruciate-Retaining Total Knee Arthroplasty.** J Knee Surg. 2018 May;31(5):453-458. doi: 10.1055/s-0037-1604145. Epub 2017 Jul 24. PMID: 28738430.
10. MacDessi SJ, Griffiths-Jones W, Harris IA, Bellemans J, Chen DB. **Coronal Plane Alignment of the Knee (CPAK) classification.** Bone Joint J. 2021 Feb;103-B(2):329-337. doi: 10.1302/0301-620X.103B2.2020-1050.R1. PMID: 33517740; PMCID: PMC7954147.

**11<sup>th</sup> Advanced Course on Knee Surgery**

*Save the Date*

**DIRECTORS**

- N. GRAVELEAU
- F. KELBERINE
- P. LANDREAU
- S. LUSTIG

**JANUARY 19<sup>TH</sup> TO 23<sup>RD</sup> 2025**

# PRISE EN CHARGE DES RUPTURES INTRA-LIGAMENTAIRES DU LCA CHEZ L'ENFANT ET L'ADOLESCENT EN CROISSANCE

Nikolaos LEPIDAS<sup>1</sup>, Jean-Marie FAYARD<sup>1</sup>, Franck CHOTEL<sup>2</sup>

1. Centre Orthopédique Santy, Lyon

2. Service de Chirurgie Orthopédique Pédiatrique, Hôpital Universitaire Femme Mère Enfant, Hospices Civils de Lyon, Université Claude Bernard Lyon I

[franck.chotel@yahoo.co.uk](mailto:franck.chotel@yahoo.co.uk)

## INTRODUCTION

La pratique sportive occupe une place centrale dans les pays développés et la rupture du Ligament Croisé Antérieur (LCA) est devenue une pathologie fréquente même au sein de la population pédiatrique. En effet, les ruptures du LCA représentent près de 25 à 30% des traumatismes du genou chez les jeunes athlètes [1,2]. Au cours de vingt dernières années, l'incidence de ces lésions a augmenté de manière significative, d'environ 2,3% par an, avec un pic observé chez les adolescents [3]. Cette augmentation est multifactorielle : augmentation de la participation des jeunes à une activité sportive, spécialisation sportive précoce, charge d'entraînement et de compétition importante [4]. La prise en charge des enfants en croissance présentant une rupture du LCA reste néanmoins un sujet controversé à la fois sur la place des traitements conservateurs et chirurgicaux mais également sur le timing de prise en charge. Cette controverse est liée à deux problématiques principales :

**D'une part, l'évolution naturelle des ruptures du LCA et la répétition des épisodes d'instabilité favorisent l'apparition de lésions méniscales et/ou cartilagineuses et le développement d'une arthrose secondaire** [5,6]. Dans la série de Hagmeijer et al. analysant 1398 ruptures du LCA, le taux de méniscectomie secondaire était de 16%. Ce taux était significativement inférieur dans le groupe de patients opérés d'une reconstruction du LCA avant 6 mois (6%) au groupe opéré après 6 mois (33%,  $p < 0.01$ ) et celui traité fonctionnellement (19%,  $p < 0.01$ ) [7]. De même Neyret et al. ont rapporté 86% d'arthrose après ménis-

sectomie sur genou instable au recul de 30 ans [8].

D'autre part, si le traitement chirurgical permet de restaurer un genou stable autorisant un retour aux activités sportives, **les premières séries cliniques ont rapporté un taux important de troubles de croissance** [9]. De plus, si de nombreux enfants et notamment les plus jeunes ne présentent pas d'instabilité, il n'est pas certain que leur pronostic méniscal soit si mauvais.

Le but de cet article est de définir les indications du traitement chirurgical et clarifier la place du traitement conservateur de nos jours.

## ÉVALUATION INITIALE

### Spécificités de l'examen de l'enfant

L'évaluation d'un enfant en croissance suspect d'une rupture du LCA doit reposer sur un interrogatoire précis, un examen physique rigoureux et un bilan d'imagerie complet. Les enfants ont des particularités à l'examen clinique qui peuvent prêter à confusion et rendre le diagnostic initial compliqué. L'interrogatoire doit rechercher un ou des épisodes d'instabilité, un « *clac* » ou un « *crac* » au cours d'une activité physique ainsi que la survenue d'une hémarthrose. A l'examen physique, les enfants présentent fréquemment une laxité articulaire généralisée non pathologique. Ceci se traduit par l'existence d'un recurvatum, d'une laxité antéro-postérieure voire d'une

laxité rotatoire physiologique même sur un genou sain [10]. Cette laxité en translation et en rotation régresse avec la croissance [11] et n'est pas synonyme d'instabilité. En effet, la laxité est un signe objectivé lors de l'examen clinique alors que l'instabilité est un symptôme ressenti par le patient. De plus, chez l'enfant, l'instabilité est souvent bien tolérée et les symptômes douloureux au second plan. Dans notre expérience, la reproduction par la manœuvre du resaut rotatoire, des symptômes ressentis par le patient est un argument clinique en faveur d'une instabilité. Il ne faut pas hésiter à chercher cette gêne fonctionnelle en répétant cette manœuvre et en demandant à l'enfant s'il reconnaît cette sensation.

Le bilan complémentaire doit comporter des clichés de face et de profil du genou traumatisé pour éliminer une fracture et une radiographie du coude ou du poignet pour détermination de l'âge osseux. Une IRM sera réalisée afin de confirmer le diagnostic de rupture du LCA et de rechercher des lésions méniscales ou cartilagineuses associées. Il est important de noter que l'enfant présente une imagerie IRM spécifique parfois difficile d'interprétation. Les ménisques du jeune enfant bénéficient d'une vascularisation riche qui régresse progressivement pour retrouver la configuration de l'adulte. Cette hypervascularisation est parfois à l'origine de faux positifs à l'IRM [12]. Dawkins et al., dans une série de 406 patients de moins de 18 ans opérés d'une plastie du LCA, ne font état d'une sensibilité de 75% et d'une spécificité de 72,1% de l'IRM dans le diagnostic de lésions méniscales. La spécificité était significativement plus faible chez les patients d'âge  $\leq 13$  ans [13].

## Objectifs de prise en charge initiale

Les trois objectifs principaux dans la prise en charge d'une rupture du LCA chez l'enfant sont :

1. restaurer un genou stable et fonctionnel,
2. réduire l'impact et/ou le risque des pathologies méniscales ou cartilagineuses sources d'arthrose secondaire,
3. minimiser la iatrogénie et notamment le risque de troubles de croissance [14].

Les deux options thérapeutiques pour atteindre ces objectifs sont soit la mise en place d'un traitement conservateur reposant sur un programme de rééducation fonctionnelle, soit une reconstruction du LCA associée à une éventuelle réparation méniscale.

## TRAITEMENT CONSERVATEUR

### Protocole

Il y a malheureusement très souvent confusion dans la littérature entre traitement non chirurgical et traitement conservateur. Le traitement conservateur repose sur deux éléments clés : la

réalisation d'un protocole de rééducation rigoureux et supervisé et un suivi régulier et standardisé. Le protocole de rééducation comprend trois phases principales et est basé sur des exercices ciblés sur la récupération des amplitudes articulaires, le contrôle neuromusculaire et la force musculaire [15] :

**La première phase (J0-J45)** est centrée sur la résorption de l'épanchement articulaire, la récupération des amplitudes articulaires et en particulier de l'extension complète ainsi que le réveil progressif du quadriceps et le contrôle du genou en charge. Une fois le contrôle du genou en charge et à la marche obtenu, un programme de renforcement quadricipital en chaîne cinétique fermée peut être instauré.

**La deuxième phase (J45-J90)** a pour objectif de permettre un retour aux activités de la vie quotidienne. Pour cela, elle est basée sur un programme de renforcement musculaire global en chaîne cinétique ouverte et proprioceptif visant à regagner le contrôle neuromusculaire en appui monopodal.

**La troisième phase (>J90)** est une phase de réadaptation sportive basée sur un programme pliométrique. L'objectif est de réaliser des sauts monopodaux et des changements de direction avec un bon contrôle proprioceptif sur le genou blessé mais également sur le genou sain.

Un suivi régulier de ces patients doit également être instauré en raison de la symptomatologie frustrée de l'enfant. Ce suivi doit comprendre un examen cli-

nique minutieux et une IRM en cas de doute ou en cas d'épisode d'instabilité rapporté (même unique). Dans notre pratique, les jeunes patients sont réévalués à J45/J120/J180 puis une fois par an pour s'assurer de la bonne observance et de la bonne tolérance du traitement. Le retour au sport est autorisé à 4 mois. Pour certains, le port d'une attelle articulée est préconisé lors des sports pivots mais il s'agit d'une protection relative qui n'a qu'une valeur proprioceptive. Dans notre expérience, nous préférons l'usage d'une simple genouillère souple.

Par ailleurs, nous préconisons de réaliser 4 à 5 séances annuelles de kinésithérapie d'entretien (souvent en septembre) pour ajuster les éventuels déséquilibres proprioceptifs susceptibles de survenir au cours de la croissance de l'enfant.

## RÉSULTATS

(Tableau 1)

Historiquement, en raison de l'absence de technique chirurgicale adaptée, tous les patients en croissance présentant une rupture du LCA étaient traités non chirurgicalement. Ces traitements historiques ne comportaient aucun protocole de rééducation standardisé ou bien ceux-ci étaient centrés uniquement sur la force musculaire. Rétrospectivement, les résultats étaient décevants avec 95% à 100% d'instabilité secondaire [6,16,17] principalement chez de grands enfants.

Étude	Année	Patients inclus	Age moyen	Suivi moyen (en mois)	Protocole du traitement	Retour au sport	Lésions méniscales secondaires	Instabilité persistante	Chirurgie du LCA secondaire
Streich et al. [36]	2010	12	11	70	Rééducation et attelle	ND	6 (50%)	ND	7 (58,3%)
Moksnes et al. [18]	2013	40	11	46	Rééducation en 4 phases	35 (88%)	8 (19,5%)	8 (20%)	13 (32%)
Moksnes et al. [20]	2013	46	11,8	38	Rééducation en 4 phases	42 (91%)	4 (9%)	10 (22%)	10 (22%)
Madelaine et al. [19]	2018	53	12,2	31,5	Rééducation en 4 phases	ND	9 (17%)	19 (36%)	21 (40%)
Ekas et al. [22]	2019	47	11	114	Rééducation en 4 phases	ND	14 (30%)	ND	27 (57%)

Tableau 1 : Liste des études récentes évaluant les résultats du traitement conservateur des ruptures du LCA chez les enfants et les adolescents à physes ouvertes

Moksnes et al. [18] ont suivi de manière prospective l'incidence de lésions méniscales et cartilagineuses sur un groupe de 40 patients de 11 ans d'âge moyen (41 genoux physes ouvertes) traités non chirurgicalement avec un recul moyen de 3,8 ans. Leur protocole de rééducation prévoyait un retour aux activités avec l'utilisation d'une attelle de genou faite sur mesure. 13 genoux (32%) ont été opérés d'une reconstruction du LCA pour une des trois raisons suivantes : persistance d'une instabilité malgré le protocole de rééducation, lésion méniscale symptomatique ou réduction non acceptable du niveau d'activité. 8 patients (19,5%) ont nécessité une prise en charge chirurgicale pour une lésion méniscale apparue lors du suivi (6 reconstructions du LCA associées et 2 sutures isolées). Nous avons publié en 2018, une étude retrospective incluant 53 patients de moins de 18 ans (Madelaine et al. [19]). Contrairement aux autres études sur le traitement conservateur, les critères de sélection étaient précis : aucun ou un seul épisode d'instabilité ressenti et absence de lésion méniscale chirurgicale. Au final, seulement 30% des patients pris en charge pour une rupture du LCA ont été inclus dans ce protocole conservateur. L'âge moyen de la série était de 12,2 ans et les patients étaient revus au recul moyen de 31,5 mois. Tous les patients ont suivi dans un premier temps un programme de rééducation fonctionnelle et puis un retour progressif aux activités sportives (sports de pivot inclus) sans restriction. Nous avons rapporté 9 patients (17%) présentant une lésion méniscale secondaire et pour un seul patient (2%) une méniscectomie secondaire a été nécessaire. Une reconstruction du LCA a été effectué pour 21 patients (40%) en raison de l'apparition d'une instabilité et/ou une lésion méniscale secondaire. La présence, ne serait-ce que d'un seul épisode d'instabilité ressenti, était un facteur favorisant pour une chirurgie ultérieure. Ces constatations nous ont amenés à être plus rigoureux dans la sélection des patients et à proposer la chirurgie au moindre épisode d'instabilité malgré un protocole de kinésithérapie bien conduit.

Pour certains auteurs, l'âge de l'enfant semble être un facteur influençant les résultats du traitement conservateur. Selon Moksnes et al. [20] le traitement conservateur peut être une option viable pour les enfants de moins de 12 ans en l'absence de lésions méniscales et/ou cartilagineuses. Dans notre étude (Madeleine et al. [19]), dans le groupe des

patients les plus jeunes (maturité pubertaire Tanner 1) aucun n'a nécessité de chirurgie durant la phase prépubertaire. Cette catégorie d'âge semblerait manifestement plutôt favorable au traitement conservateur. En revanche, la puberté semblait représenter le virage dangereux avec l'apparition d'épisodes d'instabilité. Pour Dumont et al. un âge supérieur à 15 ans, un poids supérieur à 65 kg et un délai accident-chirurgie supérieur à 150 jours étaient significativement associés à une augmentation de lésions cartilagineuses et méniscales médiales [21]. Comme chez l'adulte, le temps semble être un facteur déterminant sur la survenue d'épisodes d'instabilité et de lésions secondaires. Ainsi Ekas et al., dont les critères de sélection étaient moins restrictifs que les nôtres, ont rapporté 30% de lésions méniscales secondaires et 57% de reconstruction du LCA au recul moyen de 9,5 ans [22].

Moksnes et al. ont évalué 46 enfants d'âge < 12 ans et à deux ans de recul. Ils ont rapporté 85% de patients pratiquant une activité en pivot contact en pré-opératoire contre seulement 50% chez les patients non opérés et 40% chez les patients opérés d'une reconstruction du LCA [20]. Ces constatations ont été confirmées à plus long terme par Ekas et al. à propos de 44 patients d'âge < 13 ans et au recul moyen de 8 ans. Au dernier recul, 24 patients (55%) avaient été opérés d'une reconstruction du LCA et 16 (36%) avaient bénéficié d'une chirurgie méniscale. Le score IKDC subjectif au dernier recul était de 90,6/100 dans le groupe non opéré et 86,3/100 dans le groupe opéré. 91% de patients restaient actifs et respectivement 35% de patients non opérés et 33% de patients opérés pratiquaient une activité en pivot ou pivot-contact. Seuls 56% de patients étaient retournés à leur niveau de pratique sportive initial [23].

Chez les patients parfaitement stables, compliants et indemnes de lésions méniscales et cartilagineuses, un traitement conservateur a donc toute sa place et peut être proposé, au moins dans un premier temps. Cependant, en cas d'instabilité, le délai entre l'accident et la chirurgie étant un facteur de survenue de lésions méniscales et cartilagineuses [22], il est indispensable d'une part d'informer les patients et leurs parents que la survenue d'épisodes d'instabilité, d'épanchement, de blocage ou de douleurs doivent amener à consulter et d'autre part de réaliser un suivi systéma-

tique et régulier. De plus, il nous semble préférable que ce traitement soit supervisé par un chirurgien qui saura poser l'indication chirurgicale à temps et ainsi minimiser le risque de lésion méniscale secondaire.

## TRAITEMENT CHIRURGICAL

La littérature est unanime concernant les enfants qui présentent des lésions méniscales ou cartilagineuses nécessitant une prise en charge chirurgicale et/ou des symptômes d'instabilité persistante, ceci malgré un programme de rééducation fonctionnelle bien conduit. Ceux-ci doivent être pris en charge chirurgicalement de leur rupture du LCA [15].

Le choix de la technique va dépendre pour certaines équipes du potentiel de croissance résiduel de l'enfant. Pour cela, il est primordial de différencier l'âge chronologique et l'âge osseux et d'adopter une approche plus globale. Celle-ci doit prendre en compte d'une part des critères cliniques de maturation pubertaire en s'appuyant sur la classification de Tanner (Figure 1), et d'autre part des radiographies de la main et/ou du coude gauche pour déterminer l'âge osseux de l'enfant [14]. Il est communément admis que les patients Tanner 4, d'un âge osseux  $\geq 13,5$  ans chez la fille ou 15,5 ans chez le garçon et l'apparition des règles chez la fille témoignent de la fin de croissance osseuse du genou et peuvent faire discuter la réalisation d'une plastie du LCA selon une technique adulte.

Concernant le traitement chirurgical, il existe de nombreuses techniques de reconstruction du LCA dans la population pédiatrique. Ces techniques doivent respecter plusieurs principes de base :

- étant donné le risque de troubles de croissance secondaires au prélèvement du ligament patellaire, privilégier les greffes tendineuses.
- réaliser des tunnels de petit diamètre (< 9 mm)
- ne pas implanter du matériel de fixation de la greffe au travers de la physe

## Classification de Tanner (stades de développement pubertaire)

### FILLES

	Développement mammaire		Pilosité pubienne
S1	Pas de tissu glandulaire.	P1	Pas de pilosité.
S2	Tissu glandulaire palpable.	P2	Quelques poils fins le long des grandes lèvres.
S3	Augmentation de la taille des seins ; Profil arrondi de l'aréole et du mamelon.	P3	Poils pubiens plus pigmentés.
S4	Augmentation de la taille des seins ; Mamelon surélevé par rapport au sein.	P4	Poils plus durs, recouvrant le mont de vénus.
S5	Augmentation de la taille des seins ; profil arrondi de l'aréole et du mamelon.	P5	Poils de type adulte, s'étendant vers les cuisses.

### GARÇONS

	Testicules		Pilosité pubienne
T1	< 2,5 cm	P1	Pas de pilosité.
T2	Augmentation des testicules > 2,5 cm ; Amincissement du scrotum.	P2	Quelques poils sur le scrotum.
T3	3,0 à 3,5 cm ; Epaissement du pénis.	P3	Poils plus pigmentés, contournés sur le pubis.
T4	3,5 à 4 cm.	P4	Poils plus durs sur le pubis.
T5	> 4 cm ; Taille adulte du pénis.	P5	Pilosité de type adulte, s'étendant vers les cuisses et la paroi abdominale.

Figure 1 : Classification de maturation pubertaire selon Tanner

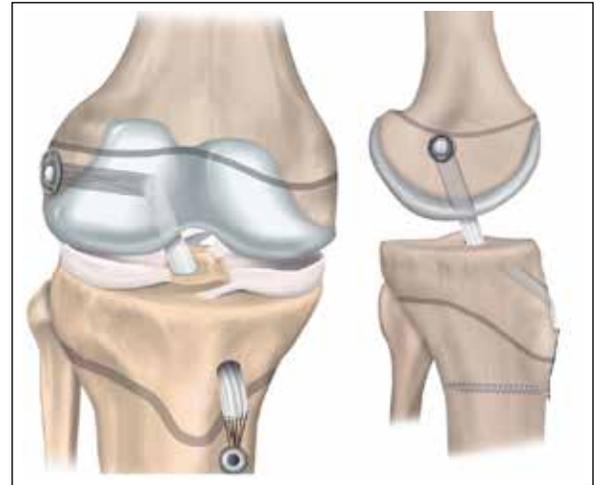


Figure 2 : Technique épiphysaire (selon Ardern et al. [34])

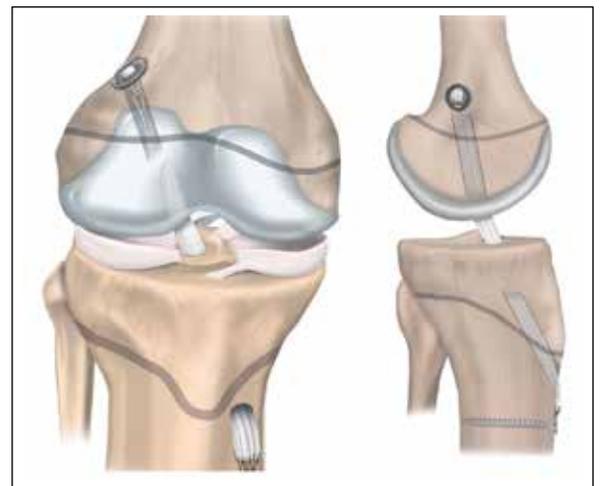


Figure 3 : Technique transphysaire (selon Ardern et al. [34])

- respecter la virole périchondrale en particulier au niveau du condyle latéral (technique over the top)

Ainsi les deux grandes catégories de techniques utilisées sont : les techniques épiphysaires et les techniques transphysaires (Figures 2 et 3). Les techniques transphysaires ont l'avantage de permettre la réalisation de tunnels verticaux, ronds et obliques et donc de diminuer le diamètre du tunnel dans le cartilage de croissance. Les techniques épiphysaires autorisent un placement à distance du cartilage de croissance mais sont techniquement plus exigeantes.

## RÉSULTATS

L'étude multicentrique de la SFA [24] rapportait 80% de retour au même sport mais 10,4% de mauvais résultats fonctionnels (patients classés IKDC C et D)

Une revue systematique récente [25] a rapporté un taux de retour au sport de 93,2 % (retour au même niveau qu'avant : 77,9 %) et des scores IKDC subjectifs supérieurs à 90. Dans la série de Moksnes et al. [20] qui comptait 46 patients ayant suivi un traitement conservateur, le taux de retour au sport était de 91 %, mais le score IKDC subjectif était en moyenne de 82,9.

## COMPLICATIONS

Les complications des chirurgies du LCA sont fréquentes chez l'enfant. Pour De Francesco et al. [25], près d'un patient opéré sur six va nécessiter une reprise chirurgicale dans les trois ans qui suivront la reconstruction du LCA. Wall et al. ont rapporté 48% de complications secondaires et 37% de reprise chirurgicale [26].

Dans une série de 193 patients < 13 ans opérés d'une reconstruction du LCA, Hansson et al. rapportent 45% de chirurgie secondaire au recul moyen de 6,9 ans : 12% pour une rupture itérative, 21% pour une pathologie autre qu'une rupture itérative et 12% pour une rupture controlatérale. Les patients ayant eu un protocole post-opératoire plus restrictif (immobilisation, récupération progressive des amplitudes articulaires, retour au sport > 9 mois) présentaient un taux de révision chirurgicale significativement plus faible (8% vs 19%, p= 0,016) [27]. Le jeune âge < 19 ans est un facteur reconnu sur la survenue d'une nouvelle lésion du LCA et doit être pris en compte lors de la prise en charge des enfants. Ainsi, Dekker et al. ont rapporté des taux élevés de rupture itérative (19%) et de rupture controlatérale (13%). Une fois de plus les auteurs soulignent le fait qu'un retour tardif au sport était un facteur protecteur d'une nouvelle lésion du LCA [28].

Il est désormais démontré que l'adjonction d'une plastie antérolatérale permet de réduire de manière significative le risque de survenue d'une rupture itérative chez l'adulte [29,30]. Concernant la population pédiatrique, les données de la littérature restent faibles mais semblent également être en faveur de l'association d'une procédure extra-articulaire à la reconstruction du LCA. Foissey et al. ont rapporté un taux de rupture itérative de 2,6% au recul moyen de 57 mois [31]. De manière similaire, Monaco et al. et Perelli et al. [32,33] rapportent respectivement 14,7% et 15% de ruptures itératives en cas de plastie du LCA isolée contre 0% et 6,3% en cas de plastie antérolatérale associée. L'avenir nous permettra de sélectionner les enfants qui auront le plus de bénéfice à ce type de procédure.

Les troubles de croissance sont la complication historiquement redoutée. Ils sont classés en trois types différents : épiphysiodèse, accélération et freinage de croissance [34] (Figure 4). L'accélération de croissance semble être plus fréquente chez les enfants jeunes. Elle peut conduire à des inégalités de longueur dans le cas d'une accélération de croissance symétrique, ou à des déformations dans le plan frontal (notamment des déformations en valgus) en cas de croissance asymétrique. L'impact clinique d'une telle complication est habituellement moins important que celui d'une épiphysiodèse mais peut nécessiter une reprise chirurgicale. En effet, Cordasco et al. à propos de 23 patients, ont rapporté 26% d'inégalité de longueur > 5 mm et 9% de plus de 15 mm [35]. Foissey et al. ont décrit deux cas (5%) de trouble de croissance de plus de 10 mm sur 39 patients. Seul un patient a nécessité une prise en charge chirurgicale [31]. Dans une méta-analyse récente comprenant 45 études et 1329 patients [36], le taux de ré-rupture était de 8,7 %, soit 115 patients. Le nombre de patients ayant présenté des troubles de croissance était de 58 au total, soit 4%. De plus, parmi les patients qui présentaient des troubles de croissance, seulement 27,6 % ont nécessité une reprise chirurgicale, alors que parmi ceux qui ont présenté une rupture itérative, 94,6 % a été repris. Les auteurs de cette méta-analyse proposent de mettre davantage l'accent sur la prévention des ruptures itératives dans cette population.

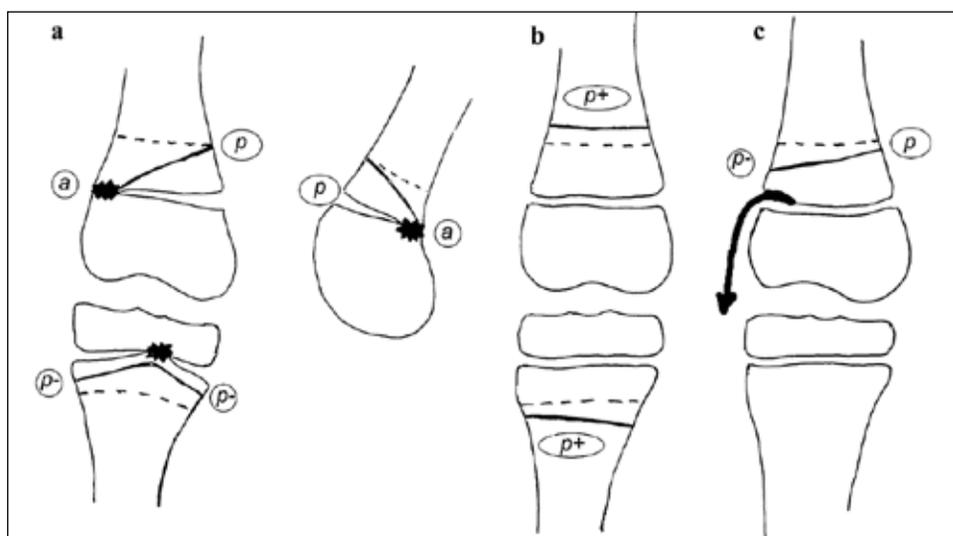


Figure 4 : Les trois types de troubles de croissance (selon Chotel et al. [33]). Le type a correspond à un arrêt de croissance soit central (arrêt complet) soit périphérique (déformation axiale), le type b correspond à une accélération de croissance (boosted), le type c est un ralentissement de croissance par un effet de ténodèse (decelerated).

prévention des ruptures itératives de la greffe du LCA de l'enfant. ■

## CONCLUSION

L'incidence de lésions du LCA est en augmentation régulière chez l'enfant. Il s'agit d'une lésion à ne pas négliger en raison de ses conséquences potentielles graves. Le traitement doit être adapté au cas par cas en fonction de la présence ou non d'une instabilité, de lésions méniscales ou cartilagineuses associées, ainsi que de la croissance résiduelle de l'enfant. Le traitement conservateur doit inclure un suivi clinique rapproché et la réalisation d'une IRM au moindre doute afin de s'assurer de l'absence de lésions méniscales secondaires (figure 5). Le traitement chirurgical doit adopter une technique adaptée au potentiel de croissance de l'enfant. Les complications du traitement chirurgical incluent, entre autres, les troubles de croissance et la rupture itérative. Le taux de reruptures ainsi que leur impact clinique sont considérablement plus importants que ceux de troubles de croissance qui restent rares. Un retour au sport tardif et l'association à une plastie antéro-latérale pourraient être des éléments clés dans la

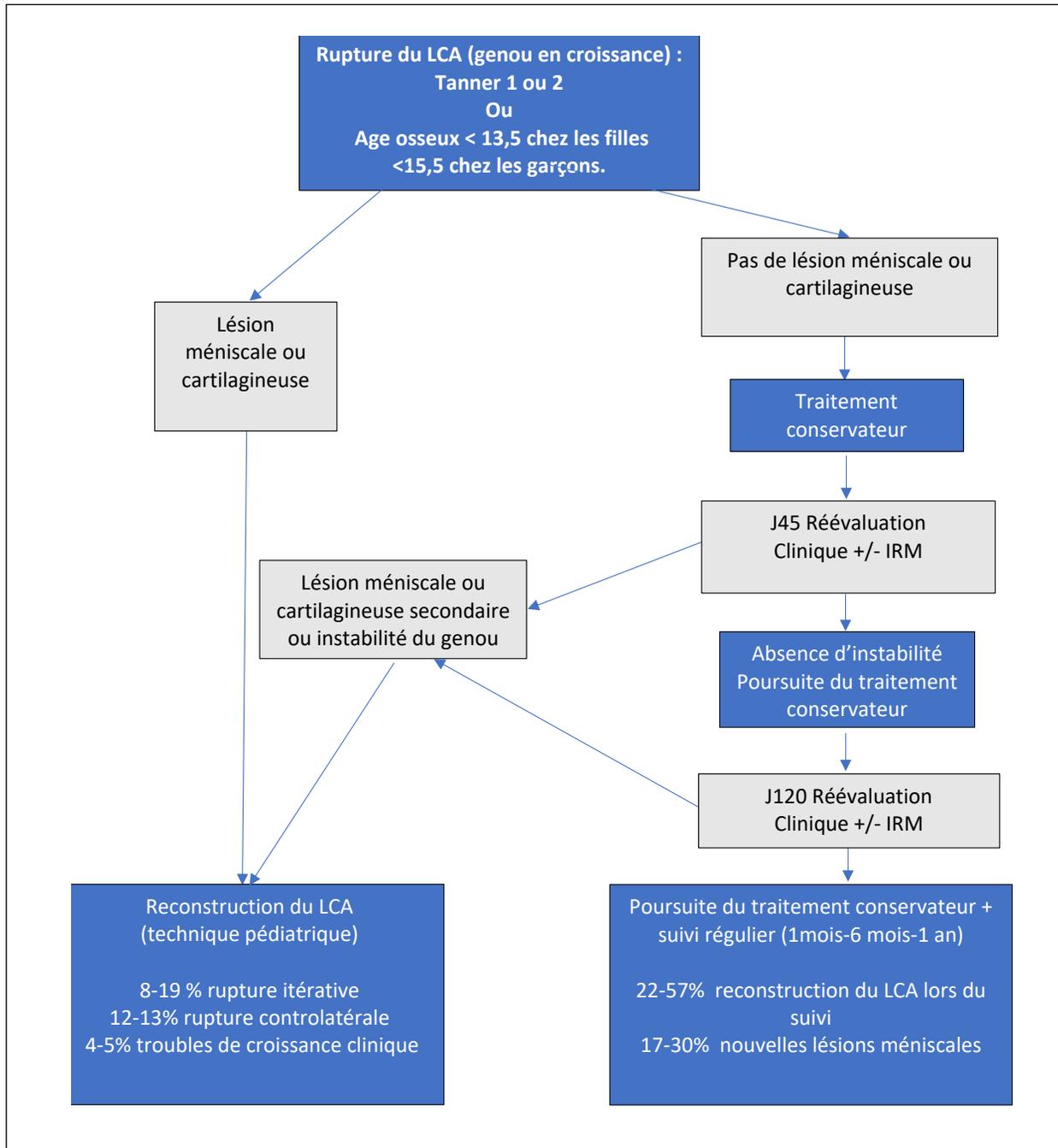


Figure 5 : Algorithme de prise en charge des ruptures du LCA intraligamentaires chez les enfants et les adolescents à physes ouvertes.

## Bibliographie

1. Swenson DM., Collins CL., Best TM., et al. **Epidemiology of Knee Injuries among U.S. High School Athletes, 2005/2006–2010/2011.** *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2013;45(3):462–9. Doi: 10.1249/MSS.0b013e318277acca.
2. Shea KG., Pfeiffer R., Wang JH., et al. **Anterior Cruciate Ligament Injury in Pediatric and Adolescent Soccer Players: An Analysis of Insurance Data.** *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2004;623–8. Doi: 10.1097/00004694-200411000-00005.
3. Beck NA., Lawrence JTR., Nordin JD., et al. **ACL Tears in School-Aged Children and Adolescents Over 20 Years.** *Pediatrics* 2017;139(3):e20161877. Doi: 10.1542/peds.2016-1877.
4. Popkin CA., Wright ML., Pennock AT., et al. **Trends in Management and Complications of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Pediatric Patients: A Survey of the PRISM Society.** *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2018;38(2):e61–5. Doi: 10.1097/BPO.0000000000001098.
5. Kannus P., Jarvinen M. **Knee ligament injuries in adolescents. Eight year follow-up of conservative management.** *The Journal of Bone and Joint Surgery British Volume* 1988;70-B(5):772–6. Doi: 10.1302/0301-620X.70B5.3192578.
6. Graf BK., Lange RH., Fujisaki CK., et al. **Anterior cruciate ligament tears in skeletally immature patients: Meniscal pathology at presentation and after attempted conservative treatment.** *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 1992;8(2):229–33. Doi: 10.1016/0749-8063(92)90041-9.
7. Hagmeijer MH., Hevesi M., Desai VS., et al. **Secondary Meniscal Tears in Patients With Anterior Cruciate Ligament Injury: Relationship Among Operative Management, Osteoarthritis, and Arthroplasty at 18-Year Mean Follow-up.** *Am J Sports Med* 2019;47(7):1583–90. Doi: 10.1177/0363546519844481.
8. Neyret P., Donell S., Dejour H. **Results of partial meniscectomy related to the state of the anterior cruciate ligament. Review at 20 to 35 years.** *The Journal of Bone and Joint Surgery British Volume* 1993;75-B(1):36–40. Doi: 10.1302/0301-620X.75B1.8421030.
9. Larsen MW., Garrett WE., DeLee JC., et al. **Surgical Management of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Patients With Open Physes.** *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2006;14(13):736–44. Doi: 10.5435/00124635-200612000-00005.
10. Wilson P, Ellis H., Chung J. **Pediatric anterior cruciate ligament injuries. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics: From the Texas Scottish Rite Hospital for Children.** 6th ed. Amsterdam: Elsevier; 2021.
11. Baxter MP. **Assessment of Normal Pediatric Knee Ligament Laxity Using the Genucom.** *Journal of Pediatric Orthopaedics* 1988;8(5):546–50. Doi: 10.1097/01241398-198809000-00010.
12. King SJ. **Magnetic resonance imaging of knee injuries in children.** *Eur Radiol* 1997;7(8):1245–51. Doi: 10.1007/s003300050284.
13. Dawkins BJ., Kolin DA., Park J., et al. **Sensitivity and Specificity of MRI in Diagnosing Concomitant Meniscal Injuries With Pediatric and Adolescent Acute ACL Tears.** *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2022;10(3):232596712210793. Doi: 10.1177/23259671221079338.
14. Ardern CL., Ekås G., Grindem H., et al. **2018 International Olympic Committee consensus statement on prevention, diagnosis and management of paediatric anterior cruciate ligament (ACL) injuries.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26(4):989–1010. Doi: 10.1007/s00167-018-4865-y.
15. Moksnes H., Engebretsen L., Risberg MA. **Management of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Skeletally Immature Individuals.** *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42(3):172–83. Doi: 10.2519/jospt.2012.3608.
16. Mizuta H., Kubota K., Shiraishi M., et al. **The conservative treatment of complete tears of the anterior cruciate ligament in skeletally immature patients.** *J Bone Joint Surg Br* 1995;77(6):890–4.
17. McCarroll JR., Rettig AC., Shelbourne KD. **Anterior cruciate ligament injuries in the young athlete with open physes.** *Am J Sports Med* 1988;16(1):44–7. Doi: 10.1177/036354658801600107.
18. Moksnes H., Engebretsen L., Risberg MA. **Prevalence and Incidence of New Meniscus and Cartilage Injuries After a Nonoperative Treatment Algorithm for ACL Tears in Skeletally Immature Children: A Prospective MRI Study.** *Am J Sports Med* 2013;41(8):1771–9. Doi: 10.1177/0363546513491092.
19. Madelaine A., Fournier G., Sappey-Marinié E., et al. **Conservative management of anterior cruciate ligament injury in paediatric population: About 53 patients.** *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2018;104(8):S169–73. Doi: 10.1016/j.otsr.2018.09.001.
20. Moksnes H., Engebretsen L., Eitzen I., et al. **Functional outcomes following a non-operative treatment algorithm for anterior cruciate ligament injuries in skeletally immature children 12 years and younger. A prospective cohort with 2 years follow-up.** *Br J Sports Med* 2013;47(8):488–94. Doi: 10.1136/bjsports-2012-092066.
21. Dumont GD., Hogue GD., Padalecki JR., et al. **Meniscal and Chondral Injuries Associated With Pediatric Anterior Cruciate Ligament Tears: Relationship of Treatment Time and Patient-Specific Factors.** *Am J Sports Med* 2012;40(9):2128–33. Doi: 10.1177/0363546512449994.
22. Ekås GR., Laane MM., Larmo A., et al. **Knee Pathology in Young Adults After Pediatric Anterior Cruciate Ligament Injury: A Prospective Case Series of 47 Patients With a Mean 9.5-Year Follow-up.** *Am J Sports Med* 2019;47(7):1557–66. Doi: 10.1177/0363546519837935.
23. Ekås GR., Moksnes H., Grindem H., et al. **Coping With Anterior Cruciate Ligament Injury From Childhood to Maturation: A Prospective Case Series of 44 Patients With Mean 8 Years' Follow-up.** *Am J Sports Med* 2019;47(1):22–30. Doi: 10.1177/0363546518810750.
24. Geffroy L., Lefevre N., Thevenin-Lemoine C., et al. **Return to sport and re-tears after anterior cruciate ligament reconstruction in children and adolescents.** *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2018;104(8):S183–8. Doi: 10.1016/j.otsr.2018.09.006.
25. Gupta A., Tejpal T., Shanmugaraj A., et al. **All-epiphyseal anterior cruciate ligament reconstruction produces good functional outcomes and low complication rates in pediatric patients: a systematic review.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020;28(8):2444–52. Doi: 10.1007/s00167-020-06085-3.
26. Wall EJ., Ghattas PJ., Eismann EA., et al. **Outcomes and Complications After All-Epiphyseal Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Skeletally Immature Patients.** *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2017;5(3):232596711769360. Doi: 10.1177/2325967117693604.
27. Hansson F., Moström EB., Forssblad M., Stålmán A., Janarv PM. **Long-term evaluation of pediatric ACL reconstruction: high risk of further surgery but a restrictive postoperative management was related to a lower revision rate.** *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022 Aug;142(8):1951-1961. doi: 10.1007/s00402-021-04135-0. Epub 2021 Aug 30. PMID: 34459955; PMCID: PMC9296415.
28. Dekker TJ., Godin JA., Dale KM., et al. **Return to Sport After Pediatric Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Its Effect on Subsequent Anterior Cruciate Ligament Injury.** *The Journal of Bone and Joint Surgery* 2017;99(11):897–904. Doi: 10.2106/JBJS.16.00758.
29. Sonnery-Cottet B., Saithna A., Cavalier M., et al. **Anterolateral Ligament Reconstruction Is Associated With Significantly Reduced ACL Graft Rupture Rates at a Minimum Follow-up of 2 Years: A Prospective Comparative Study of 502 Patients From the SANTI Study Group.** *Am J Sports Med* 2017;45(7):1547–57. Doi: 10.1177/0363546516686057.
30. Getgood AMJ., Bryant DM., Litchfield R., et al. **Lateral Extra-articular Tenodesis Reduces Failure of Hamstring Tendon Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: 2-Year Outcomes From the STABILITY Study Randomized Clinical Trial.** *Am J Sports Med* 2020;48(2):285–97. Doi: 10.1177/0363546519896333.
31. Foissey C., Thaumet M., Caron E., et al. **Combining Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Lateral Extra-Articular Procedures in Skeletally Immature Patients Is Safe and Associated With a Low Failure Rate.** *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation* 2022;4(6):e1941–51. Doi: 10.1016/j.asmr.2022.08.002.
32. Monaco E., Carrozzo A., Saithna A., et al. **Isolated ACL Reconstruction Versus ACL Reconstruction Combined With Lateral Extra-articular Tenodesis: A Comparative Study of Clinical Outcomes in Adolescent Patients.** *Am J Sports Med* 2022;50(12):3244–55. Doi: 10.1177/03635465221118377.
33. Perelli S., Costa GG., Terron VM., et al. **Combined Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Modified Lemaire Lateral Extra-articular Tenodesis Better Restores Knee Stability and Reduces Failure Rates Than Isolated Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Skeletally Immature Patients.** *Am J Sports Med* 2022;50(14):3778–85. Doi: 10.1177/03635465221128926.
34. Chotel F., Henry J., Seil R., et al. **Growth disturbances without growth arrest after ACL reconstruction in children.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18(11):1496–500. Doi: 10.1007/s00167-010-1069-5.
35. Cordasco FA., Mayer SW., Green DW. **All-Inside, All-Epiphyseal Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Skeletally Immature Athletes: Return to Sport, Incidence of Second Surgery, and 2-Year Clinical Outcomes.** *Am J Sports Med* 2017;45(4):856–63. Doi: 10.1177/0363546516677723.
36. Wong SE., Feeley BT., Pandya NK. **Complications After Pediatric ACL Reconstruction: A Meta-analysis.** *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2019;39(8):e566–71. Doi: 10.1097/BPO.0000000000001075.
37. Streich NA., Barié A., Gotterbarm T., et al. **Transphyseal reconstruction of the anterior cruciate ligament in prepubescent athletes.** *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18(11):1481–6. Doi: 10.1007/s00167-010-1057-9.

# COMMENT ASSOCIER RECONSTRUCTION LIGAMENTAIRE ET OSTÉOTOMIE ?



*Ostéotomie d'ouverture tibiale  
et ligamentoplastie*



*Ostéotomie de déflexion  
supra/trans-tuberositaire*



*Ostéotomie de déflexion  
infra-tuberositaire*

## Associer Ligamentoplastie & Ostéotomie ? Nos solutions :

- Ouverture Médiale tibiale
- Fermeture Antérieure tibiale

Découvrez nos solutions en participant à notre Symposium lors des Journées Lyonnaises du Genou 2024 (Jeudi 3 octobre).



Intéressé par nos solutions dédiées à l'ostéotomie autour du genou ?  
Retrouvez l'ensemble de notre gamme ActivMotion S.

# INCIDENCE ET FACTEURS DE RISQUE D'AMI (ARTHROGENIC MUSCLE INHIBITION) APRÈS RECONSTRUCTION DU LCA

Bertrand SONNERY-COTTET<sup>1</sup>, Marine COQUARD<sup>1</sup>, Jean-Marie FAYARD<sup>1</sup>, Benjamin FREYCHET<sup>1</sup>, Mathieu THAUNAT<sup>1</sup>, Thais DUTRA VIEIRA<sup>1</sup>, Étienne CAVAIGNAC<sup>2</sup>

1. Centre Orthopédique Santy, Centre Orthopédique, FIFA Medical Center of Excellence, Lyon.  
2. Service de chirurgie orthopédique, CHU de Toulouse, hôpital Pierre-Paul-Riquet, Toulouse  
[sonnerycottet@aol.com](mailto:sonnerycottet@aol.com)

## INTRODUCTION

L'AMI est un déficit d'extension du genou, associé ou non à un flessum antalgique post-traumatique ou après chirurgie [1]. Ce mécanisme reflexe central peut persister si un traitement spécifique n'est pas mis en place rapidement [2,3]. Les connaissances récentes de la physiopathologie de cette complication permettent de mieux appréhender son mécanisme. **Les perturbations sont d'origine neurologique centrale** et se manifestent à différents niveaux [4] (Figure 1) :

- En premier lieu, les facteurs locaux tels que l'inflammation, l'épanchement, la douleur et la destruction des mécanorécepteurs semblent entraîner une altération des afférences sensorielles. Cela engendre un dysfonctionnement des voies réflexes de la moelle épinière, avec activation du réflexe de flexion (contracture des ischio-jambiers) ainsi que des voies inhibitrices non réciproques (Ib) et de la boucle gamma, qui contribuent toutes à diminuer la contraction du quadriceps.
- Certaines influences supra-spinales ont aussi été décrites, telles qu'une augmentation du seuil moteur dans la région M1 du cortex cérébral, l'activation ou l'inhibition de certaines aires corticales et sous-corticales. Tous ces mécanismes réflexes, qu'ils soient centraux ou périphériques, semblent viser à protéger l'articulation altérée (Figure 2).

L'émergence de nouvelles techniques chirurgicales de reconstruction du LCA a permis une nette amélioration des résultats au cours des 20 dernières années. Malgré cela, les complications liées à la



Figure 1 : Inhibition musculaire arthro-gène du quadriceps : mécanismes neuronaux et perspectives de traitement [4]

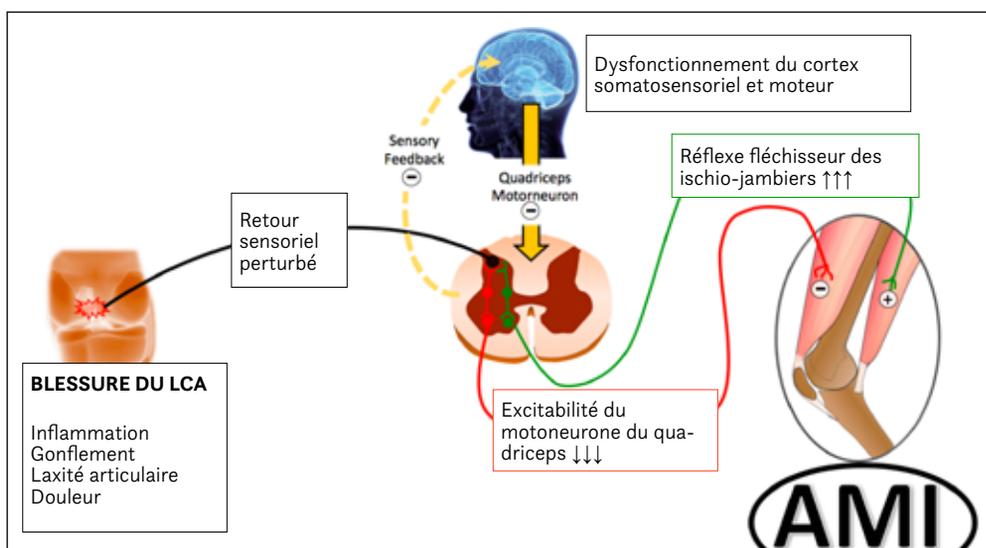


Figure 2 : Le déficit d'extension du genou dans la période postopératoire précoce prédispose au syndrome de Cyclope après la reconstruction du ligament croisé antérieur : analyse des facteurs de risque chez 3633 patients de la base de données du groupe d'étude SANTI. [12]

raideur restent une source importante et fréquente de morbidité postopératoire [5]. En 2023, Sonnery-Cottet et al [6] ont proposé une classification clinique de l'AMI et ont rapporté que 56% des patients présentaient un tableau d'AMI après lésion du LCA et ont identifié des facteurs de risque [7]. Cependant, l'incidence de l'AMI après chirurgie du LCA n'est pas connue à ce jour. L'objectif de cette étude était donc

d'évaluer l'incidence de l'AMI dans les six semaines après chirurgie du ligament croisé antérieur et d'identifier les facteurs de risque associés (Figure 3). L'hypothèse était que l'AMI est fréquente après reconstruction du LCA et que les facteurs précédemment identifiés comme importants en préopératoire le restaient en postopératoire.

# SFA

# 2024

# BORDEAUX

## PALAIS 2 L'ATLANTIQUE

DÉCEMBRE 12/13/14

PRÉSIDENTS DU CONGRÈS :  
YACINE CARLIER  
NICOLAS GRAVELEAU

### SYMPOSIA :

- **Registre instabilité antérieure de l'épaule.**  
Mikaël CHELLI, Guillaume VILLATTE
- **Reprise du sport après LCA.**  
Benjamin FREYCHET, Camille CHOUFANI
- **SMILE, Mini instabilité latérale épicondylienne du coude**  
Hubert LENOIR, Patrick GOETTI

[www.sofarthro.org](http://www.sofarthro.org)

Renseignements et Inscriptions :  
MCO Congrès - Tél. : +33 (0)4 95 09 38 00 - [claire.bellone@mcocongres.com](mailto:claire.bellone@mcocongres.com)



Crédit photo : ©Axeliferis / XTU architects / La Cité du Vin



Traduction simultanée  
Français / Anglais

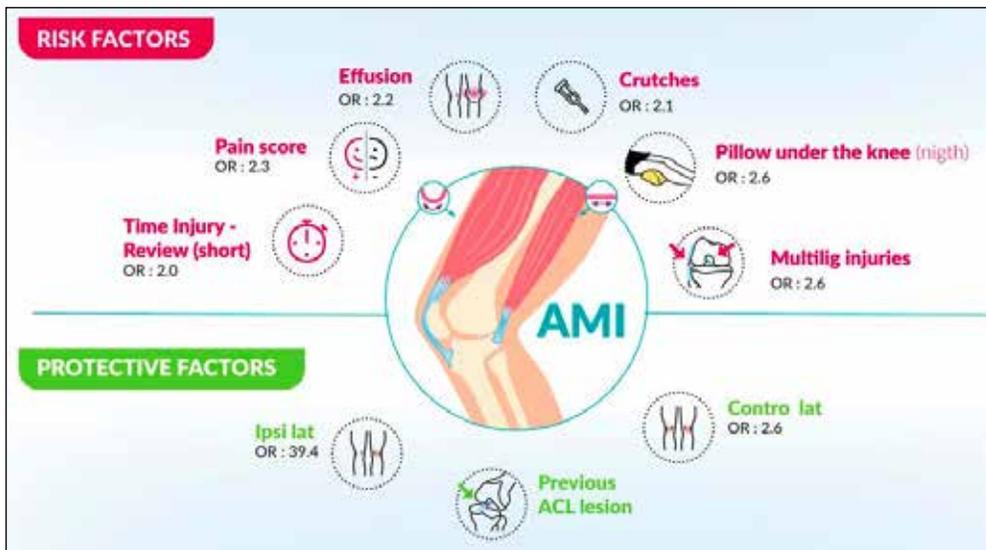


Figure 3 : Inhibition musculaire arthrogène du quadriceps : mécanismes neuronaux et perspectives de traitement [4]

## MÉTHODE

## RÉSULTATS

Cette étude prospective, non randomisée et comparative a été approuvée par le comité d'éthique. Une série consécutive de patients opérés d'une reconstruction du ligament croisé antérieur (primaire ou révision) entre janvier et octobre 2023 ont été inclus. L'examen clinique et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) ont confirmé une lésion du LCA (lésion du LCA natif ou d'une greffe du LCA). Les patients ont été exclus s'ils présentaient des fractures du membre ipsilatéral ou controlatéral, des lésions multiligamentaires ou s'ils refusaient de participer à l'étude.

L'inclusion des patients a eu lieu lors de la consultation préopératoire avec les chirurgiens orthopédiques. Ils ont ensuite été suivis en consultation de médecine du sport à 3 et 6 semaines de la chirurgie de reconstruction du LCA.

Lors de chaque consultation : Co (pré-opératoire), C3 (post-opératoire 3 semaines) et C6 (post-opératoire 6 semaines), les patients ont rempli un questionnaire de suivi des chirurgiens/médecins. Il y avait trois questionnaires différents pour chaque consultation avec trois QR Codes générés spécialement pour notre étude (Q0 lors de Co, Q3 lors de C3 et Q6 lors de C6). À chaque étape, le grade d'AMI était déterminé par le praticien à l'aide de la classification clinique suivante [6] (Figure 4).

Au total, 210 patients ont été recrutés prospectivement entre janvier et octobre 2023. Dans l'ensemble, 38,6 % des patients présentaient des signes d'AMI (n=81) au cours de la période préopératoire. Dans la période postopératoire, à 3 semaines, un total de 48,6 % des patients (n=102) présentaient un tableau clinique d'AMI. Parmi eux, 64,7 % étaient déjà en AMI en préopératoire ( $p < 0,001$ ). Le nombre de patients présentant un tableau clinique d'AMI a diminué à 24,3 %, 6 semaines après l'opération (n=51). Parmi eux, 66,7 % présentaient une AMI préopératoire ( $p < 0,001$ ). L'incidence et les grades de l'AMI observés sont représentés dans le tableau 1. On remarque également que dans la grande majorité des cas, l'AMI est réversible (grade A). Les facteurs de risque identifiés en analyse multivariée sont : la douleur dépassant strictement 7/10 sur l'échelle d'évaluation numérique immédiatement après l'opération, la présence d'une AMI préopératoire et l'absence de kinésithérapie préopératoire. Les odds ratio sont présentés dans les figures 5 et 6.

En revanche, après avoir suivi les mêmes régressions statistiques, aucun de ces facteurs de risque n'a été corrélé avec la présence d'une AMI à 6 semaines.

## DISCUSSION

Notre étude a démontré une forte incidence de l'AMI postopératoire après chirurgie du LCA. Plus précisément, il a été observé que près de la moitié (48,6 %) des patients présentaient des signes cliniques d'AMI à 3 semaines et 24,3 % à 6 semaines post-opératoire. Parmi eux, 79,4 % et 72 % respectivement présentaient des types cliniquement réversibles par des exercices spécifiques (grade 1A ou 2A) [5]. Les facteurs de risque identifiés pour la présence d'une AMI 3 semaines après l'opération comprenaient

- la présence d'une AMI préopératoire (risque multiplié par 8,2),
- un score de douleur VAS postopératoire immédiat supérieur à 7 (risque multiplié par 4,6)
- et l'absence de rééducation préopératoire (risque multiplié par 2,6).

Aucun facteur de risque n'a été identifié pour la présence d'une AMI 6 semaines après la ligamentoplastie.

Pour cette étude, nous avons exclusivement étudiés les déficits moteurs. Malgré tout, plusieurs études, dont la méta analyse de Pinsky mentionnent une atteinte cognitive après une rupture du LCA, opérée ou non [8]. Elle révèle plus précisément des déficits du temps de réaction, de la vitesse de traitement et une altération de la mémoire visuelle et verbale chez les athlètes souffrant d'une lésion du LCA. De plus, les athlètes souffrant d'une lésion du LCA sacrifiaient leurs performances cognitives pour maintenir un contrôle

- **Grade 0** : contraction normale du VMO
- **Grade 1A** : la contraction du VMO est inhibée sans déficit d'extension mais l'échec de l'activation est réversible en quelques minutes après le début d'exercices simples d'extension assistée.
- **Grade 1B** : comme 1A mais réfractaire aux exercices simples d'extension active et nécessite des programmes de rééducation plus longs et spécifiques.
- **Grade 2A** : la contraction du VMO est inhibée avec un déficit d'extension associé dû à la contracture des ischio-jambiers, mais l'échec de l'activation et la perte d'amplitude du mouvement sont réversibles en quelques minutes après avoir fatigué les ischio-jambiers et commencé des exercices d'extension simples et actifs.
- **Grade 2B** : comme 2A, mais réfractaire à la fatigue des ischio-jambiers et/ou à des exercices simples d'extension assistée et des programmes de rééducation plus longs et spécifiques sont nécessaires.
- **Grade 3** : déficit d'extension chronique passif dû à une rétraction capsulaire postérieure.

Figure 4 : Classification clinique des grades d'Inhibition Musculaire Arthrogène (AMI)

	AMI preop	AMI 3 weeks	AMI 6 weeks
<b>Total (%)</b>	<b>38.6</b>	<b>48.6</b>	<b>24.3</b>
Grade 1A n (%)	36 (44.4)	49 (48.0)	28 (54.9)
Grade 1B n (%)	17 (21.0)	12 (11.8)	8 (15.7)
Grade 2A n (%)	21 (25.9)	32 (31.4)	9 (17.6)
Grade 2B n (%)	7 (8.6)	9 (8.8)	6 (11.8)

Tableau 1 : Incidence et grade de l'AMI en pré-opératoire, (N=210)

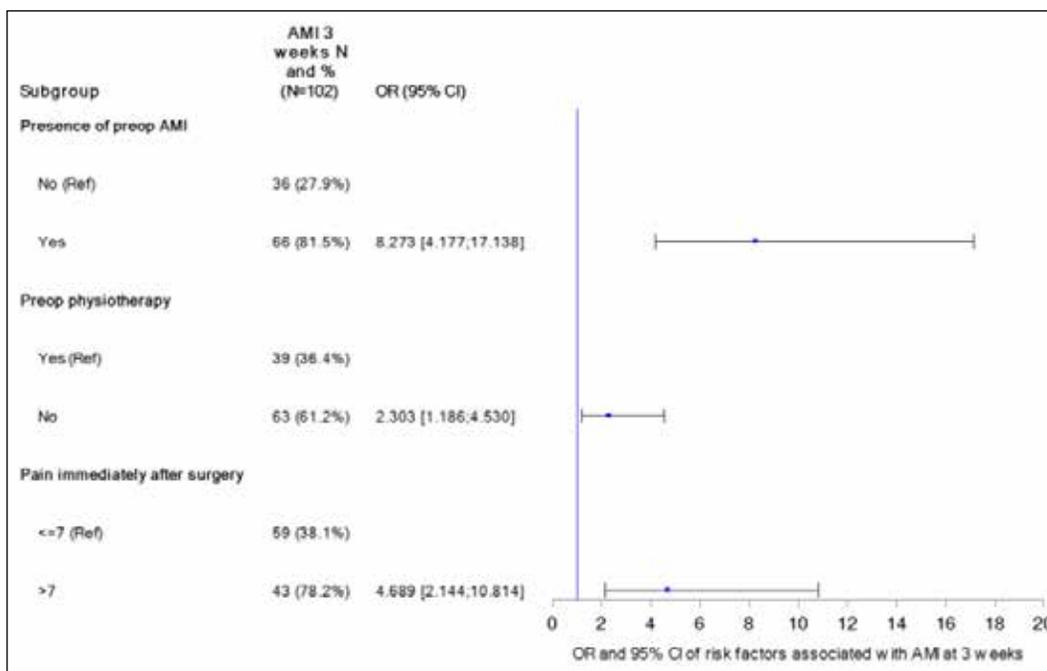


Figure 5 : Graphique des facteurs de risque associés à l'AMI à 3 semaines – Tous les patients (N=198)

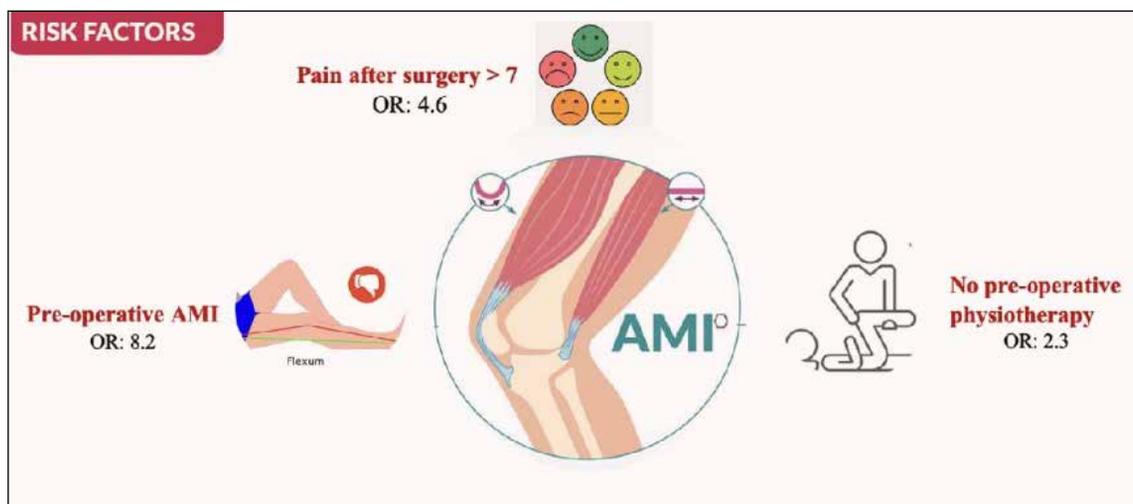


Figure 6 : Facteurs influençant l'apparition de l'inhibition musculaire arthro-gène (AMI) après reconstruction du LCA.

postural suffisant ou, inversement, la stabilité posturale diminue avec l'ajout d'une charge cognitive [9].

Notre étude démontre que lorsque l'AMI est identifiée, elle peut être prise en charge efficacement par des exercices simples, et ce, dès la première consultation pré-opératoire. Il s'agit d'une information importante pour les praticiens (médecins du sports, médecins rééducateurs, chirurgiens, kinésithérapeutes) qui doivent être très vigilants pour dépister l'AMI lors de cette première consultation car ces patients sont à fort risque d'être en AMI en post-opératoire. Effectivement, la forte prévalence de l'AMI en postopératoire souligne l'importance de communiquer sur cette complication en utilisant une classification universelle. Aussi, les résultats de cette étude nous permettent de proposer plusieurs éléments de prise en charge afin d'éviter la survenue de l'AMI en post-opératoire. Outre le dépistage des patients à risque, c'est-à-dire en AMI préopératoire, il faut leur donner des conseils et leur expliquer la physiopathologie et leur montrer les exercices efficaces afin de leur permettre de réduire cette inhibition motrice [3,10,11]. Il est aussi important de réaliser une prise en charge en kinésithérapie en pré-opératoire. De même, l'antalgie en postopératoire immédiat devra être contrôlée au maximum par des traitements adaptés. L'utilisation d'attelle de cryothérapie/compression semble être efficace dès la salle de réveil, même si notre étude n'a pu le démontrer par manque de puissance statistique.

Pour rappel, les conséquences de l'AMI non traitée peuvent être importantes. Elle peut occasionner des douleurs, des anomalies de la marche, une atrophie et une faiblesse du quadriceps, une instabilité dynamique. A plus long terme, elle peut créer des raideurs, un syndrome du cyclope, des douleurs chroniques, des déficits proprioceptifs et par conséquent une altération du schéma moteur de la marche, voir une arthrose à long terme comme l'a démontré Shelbourne et al [12-15]. Une étude récente de Zunzarren retrouve un déficit musculaire du membre opéré persistant de 42% par rapport au côté contrôlatéral [16]. Il concerne le quadriceps mais aussi les autres muscles du membre inférieur (fessiers, ischio-jambiers...).

Peu d'articles existent dans la littérature pour indiquer la bonne prise en charge en rééducation de l'AMI [10]. Les exercices simples de réveil du quadriceps appelés "contractions flash" et le renfor-

cement contre résistance en chaîne cinétique ouverte, ainsi que le relâchement des ischio jambiers par des exercices de fatigabilité sont simples et efficaces, à condition d'être répétés tous les jours. De même, l'électrostimulation couplée au biofeedback (largement utilisée dans la rééducation neuro-gynécologique) semble prometteuse, avec une action centrale par contrôle visuel, mais reste à évaluer scientifiquement dans cette indication [17].

La limite principale de notre étude est son caractère unicentrique. De plus, elle n'est pas exhaustive, car tous les facteurs de risque n'ont pas été étudiés. La partie à compléter par le patient peut être soumise à un biais de mémoire. De plus, l'incidence de l'AMI de grade 3 n'a pas été étudiée car son diagnostic nécessite des durées de suivi beaucoup plus longues qui dépassent le cadre de cette étude. Enfin, il n'y avait pas de groupe de contrôle dans lequel le traitement visant à supprimer l'AMI n'était pas proposé car selon nous, ces exercices sont inestimables pour réduire la morbidité et il aurait été contraire à l'éthique d'inclure un tel groupe.

## CONCLUSION

L'AMI survient chez 48,6 % des patients à 3 semaines et 24,3 % à 6 semaines après une reconstruction du LCA. Lorsqu'elle survient, elle est cliniquement réversible chez la majorité des patients par des exercices adaptés et des programmes de kinésithérapie spécifiques. Les facteurs de risque identifiés pour la présence d'une AMI à 3 semaines après l'opération sont la présence d'une AMI préopératoire, un score de douleur postopératoire immédiat supérieur à 7/10 et l'absence de kinésithérapie préopératoire. ■

### Bibliographie

1. Neto T, Sayer T, Theisen D, Mierau A. Functional brain plasticity associated with ACL injury: a scoping review of current evidence. *Neural Plast.* 2019;2019:3480512.
2. Sonnery-Cottet B. Mise au point sur l'inhibition motrice d'origine centrale dans les suites d'une entorse du Genou. Thèse de sciences. Université Toulouse3 – Paul Sabatier; 2022 [https://www.theses.fr/2022TOU30254].
3. Delaloye JR, Murar J, Sánchez MG, Saithna A, Ouanezar H, Thaum M, Vieira TD, Sonnery-Cottet B. How to Rapidly Abolish Knee Extension Deficit After Injury or Surgery: A Practice-Changing Video Pearl From the Scientific Anterior Cruciate Ligament Network International (SANTI) Study Group. *Arthrosc Tech.* 2018 May 7;7(6):e601-e605. doi: 10.1016/j.eats.2018.02.006.

4. Rice DA, McNair PJ. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives. *Semin Arthritis Rheum.* 2010 Dec;40(3):250-66. doi: 10.1016/j.semarthrit.2009.10.001. Epub 2009 Dec 2. PMID: 19954822.
5. Sonnery-Cottet B, Ripoll T, Cavaignac E. Prevention of knee stiffness following ligament reconstruction: Understanding the role of Arthrogenic Muscle Inhibition (AMI). *Orthop Traumatol Surg Res.* 2024 Feb;110(1S):103784.
6. Sonnery-Cottet B, Hopper G, Gousopoulos L, et al. Arthrogenic Muscle Inhibition Following Knee Injury or Surgery: Pathophysiology, Classification, and Treatment. *Video J Sports Med.* 2022;2.
7. Sonnery-Cottet B, Hopper GH, Gousopoulos L, C Pioger et al. Incidence and Risk factors for Arthrogenic Muscle Inhibition in Acute Anterior Cruciate Ligament Injuries: A Cross Sectional Study and Analysis of Associated Factors From the SANTI Study Group. *Am J Sports Med.* 2024 Jan;52(1):60-68. doi: 10.1177/03635465231209987
8. Piskin D, Benjaminse A, Dimitrakis P, Gokeler A. Neurocognitive and Neurophysiological Functions Related to ACL Injury: A Framework for Neurocognitive Approaches in Rehabilitation and Return-to-Sports Tests. *Sports Health.* 2022;14(4):549-555.
9. Lisee C, Lepley AS, Birchmeier T, O'Hagan K, Kuenze C. Quadriceps Strength and Volitional Activation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health.* 2019;11(2):163-179.
10. Sonnery-Cottet B, Saithna A, Quelard B, Daggett M, Borade A, Ouanezar H, Thaum M, Blakeney WG. Arthrogenic muscle inhibition after ACL reconstruction: a scoping review of the efficacy of interventions. *Br J Sports Med.* 2019 Mar;53(5):289-298.
11. Dos Anjos T, Gabriel F, Vieira TD, Hopper GP, Sonnery-Cottet B. Neuromotor Treatment of Arthrogenic Muscle Inhibition After Knee Injury or Surgery. *Sports Health.* 2024 May-Jun;16(3):383-389. doi: 10.1177/19417381231169285.
12. Delaloye JR, Murar J, Vieira TD, Franck F, Pioger C, Helfer L, Saithna A, Sonnery-Cottet B. Knee Extension Deficit in the Early Postoperative Period Predisposes to Cyclops Syndrome After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Risk Factor Analysis in 3633 Patients From the SANTI Study Group Database. *Am J Sports Med.* 2020 Mar;48(3):565-572. doi: 10.1177/0363546519897064.
13. Strum GM, Friedman MJ, Fox JM, et al. Acute anterior cruciate ligament reconstruction. Analysis of complications. *Clin Orthop.* 1990;(253):184-189.
14. Shelbourne KD, Benner RW, Gray T. Results of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Autografts: Objective Factors Associated With the Development of Osteoarthritis at 20 to 33 Years After Surgery. *Am J Sports Med.* 2017 Oct;45(12):2730-2738. doi: 1177/0363546517718827.
15. Amin S, Baker K, Niu J, et al. Quadriceps strength and the risk of cartilage loss and symptom progression in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2009;60(1):189-198
16. Zunzarren G, Garet B, Vinciguerra B, Murgier J. Persistence of neuromuscular activation deficit in the lower limb at 3-years of follow-up after ACL reconstruction surgery. *Knee.* 2023 Aug;43:97-105. doi: 10.1016/j.knee.2023.06.006. Epub 2023 Jun 27. PMID: 37385113.
17. Ananías J, Vidal C, Ortiz-Muñoz L, Irrázaval S, Besa P. Use of electromyographic biofeedback in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and metaanalysis. *Physiotherapy.* 2024;123:19-29. doi:10.1016/j.physio.2023.12.005

**+** **SESSION DE L'INDUSTRIE**  
Amphi Lumière

**Vendredi 4 Octobre à 13h30**

Le pire cas de révision de LCA : Comment transformer  
les défis techniques en succès chirurgical ?



Dr Patrick Djian  
(Paris)



Dr David Dejour  
(Lyon)



Dr Guillaume Demey  
(Lyon)

**Retrouvez-nous**  
**sur le stand n°37**  
pour découvrir nos dernières  
innovations en Robotique et  
en Chirurgie du Sport



# POURQUOI JE CHOISIS LE TENDON QUADRICIPITAL POUR MES RECONSTRUCTIONS DU LCA?

Jérémy COGNAULT

Clinique du Parc Lyon, 155 Boulevard de Stalingrad, 69006 Lyon France

[dr.cognault@gmail.com](mailto:dr.cognault@gmail.com)

## RAISONS HISTORIQUES

*L'engouement, Étienne Cavaignac...*

En tant que Lyonnais, expatrié à Grenoble pour mon cursus, j'ai été élevé au transplant par tendon rotulien dit Keneth Jones (KJ), puis aux ischios jambiers (DIDT, TLS, DT4, ...). Pendant mon assistantat, j'ai rencontré Étienne Cavaignac qui revenait de Suisse et nous a convaincu Régis Pailhe et moi-même de nous mettre au tendon du quadriceps (TQ) tant les résultats du Professeur Menetrey étaient satisfaisants.

Il s'agissait pour moi de poursuivre l'enseignement Lyonnais et de trouver une sorte de KJ v2.0 avec les bénéfices sans les inconvénients.

## RAISONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES

Selon la littérature, il n'y a pas de supériorité d'un transplant sur un autre en terme de satisfaction patient à un an.

Pr Fink, Pr Cavaignac, Pr Menetrey, Pr Musahl... [1,2,4,6-8] ont largement publié : le TQ est le transplant dont la morbidité liée au site de prélèvement est la plus faible. Son taux d'élongation secondaire est aussi faible que celui du KJ. Le taux de rerupture est le plus faible à condition de maîtriser la technique. Sur la base de ces arguments, j'ai adopté cette technique.

L'objectif de la greffe du LCA est d'obtenir un greffon ligamentisé, fixé et nourri par deux néo-enthèses.

La question n'est donc pas de savoir si on prend un « *bone-block* », mais plutôt de savoir si on prend une enthèse. En termes de preuve et de controverse, encore une fois Musahl et al. [9,10,13] ont décrit une absence statistiquement significative de différence.

On parlera de transplant de TQ avec os : **bony Quadriceps Tendon** (bQT) ou de tranplant mou, sans baguette osseuse: **soft Quadriceps Tendon** (sQT).

La fixation fémorale d'une structure ligamentaire par vis d'interférence n'a jamais posé problème. La fixation tibiale par vis seule peut mettre en délicatesse le résultat si le versant tendineux y est fixé. C'est ce qu'a pu trouver le registre Danois et conclure (à tort) à un risque d'échec plus élevé de la greffe. Le biais de confusion était clairement l'inexpérience et la fixation « *à l'envers* » de la greffe. En somme : Si bQT, bone-block au tibia ; si sQT, endo bouton ou vis + fixation secondaire au tibia. Aucune différence au fémur dans les deux cas.

*NB: Lorsque l'on parle de squelette immature, il conviendra de faire l'inverse, mais je laisserai Pr Chotel et Dr Fayard en parler car je n'ai pas d'expérience en pédiatrie.*

Bien que souvent décrite, la fracture de rotule est pour moi quasiment une arlésienne. Lors de ma formation initiale, j'ai pu observer qu'en termes de complication liée au prélèvement, les « *transplants courts* » des ischio étaient nettement plus fréquents que les fractures de rotules sur les TQ. Freddie Fu [16] en 2016 nous montrait que la profondeur de la baguette ne devait pas excéder 30% de l'épaisseur de la patella, et ne devait pas être trop latérale. Donc, en prenant 7 mm de profondeur, le long du vaste interne : la complication est hypothétique.

Si l'on choisit donc un bQT, le passage du transplant est évident : montée du transplant pour garantir la préservation du reliquat de LCA.

La visée Lyonnaise est traditionnellement Out-in, ce qui permet de ne pas se poser de question quant à l'éventuel tunnel fémoral d'une plastie antérolatérale. Il n'y a pas lieu de craindre le croisement. Un Lemaire modifié trouvera sa place aisément dans un tunnel divergent à abouchement cortical latéral commun avec le tunnel de LCA.

Enfin, une étude Grenobloise montre que le TQ est la technique qui provoquerait le moins de dysesthésies cutanées. Il s'agit d'un argument secondaire mais tous les patients en parlent. Il est exceptionnel qu'un patient ne puisse pas s'agenouiller après 6 mois.

## RAISONS ANNEXES, SANS FONDEMENT SCIENTIFIQUE.

Les complications liées au prélèvement du TQ sont maîtrisables et réparables (fracture, rupture...). Le claquage à répétition des IJ après prélèvement ou la sensation d'instabilité antéro-interne sont non quantifiables, non maîtrisables et non réparables. Bien que rares, ces phénomènes peuvent devenir problématiques. Par ailleurs, l'effet « *pochette surprise* » et son lot de déceptions lorsque l'on sort les tendons des IJ grêles est également inconnu pour celui qui fait du TQ, car il détermine et choisit la largeur et l'épaisseur de son prélèvement, et n'est donc pas tributaire de l'anatomie du patient.

La perte de force du site de prélèvement est également un sujet. Parfois, les patients « échappent » au suivi, car ils vont bien et ont atteint leur niveau de satisfaction attendu. Ils peuvent cependant être dans un état à risque élevé de rerupture car leurs ratios de puissance musculaire sont déséquilibrés. La récupération tardive des IJ sans travail spécifique ou accompagnement kiné est une utopie. Bien que potentiellement très lente, à force de montée d'escaliers, de vélo, et de reprise sportive classique, les patients récupéreront quasiment toujours la puissance du quadriceps, naturellement, mais parfois sur plusieurs années.

## RAISONS CONTEXTUELLES

J'ai eu la chance d'être initié à cette technique aux prémices de ce qui devient un engouement international, comme le montre l'analyse bibliométrique. L'utilisation généralisée des IJ comme "gold standard" va naturellement donner de nombreuses reruptures à gérer dans le temps. Proposer une alternative au KJ et permettre à chacun de maîtriser la technique au TQ est donc un moteur. Participer à vulgariser, et à rendre accessible le geste pour le bénéfice de nos patients est un challenge palpitant. J'admire la ténacité de Christian Lutz pour permettre à chacun de s'approprier la modernisation de l'enseignement de son maître. Il démocratise pour chacun l'utilisation du Fascia Lata pour ses LCA de première intention. Son engagement est inspirant.

La gestion des tunnels, et des lésions associées peuvent devenir problématiques lors d'une reprise de LCA. Si la technique de prélèvement et de préparation du transplant au TQ devient une formalité, ce sera un soulagement potentiel lors d'une chirurgie longue et complexe. Participer à banaliser ce geste avec d'autres chirurgiens qui affectionnent cette technique comme Étienne Cavagnac, Matthieu Ollivier, Régis Pailhé, Jérôme Murgier, Nabil Najihi, Xavier Bayle Iniguez devient presque un engagement.

Enfin, Il est très satisfaisant que le médecin du sport qui réalise les tests de laximétrie et d'isocinétisme ne fasse pas la différence à 6 mois entre les différentes

techniques. Car les bénéfiques en terme de risque de re-rupture et de morbidité liée au site de prélèvement feront une différence à long terme.

## CHOISIR LE TQ EN PREMIÈRE INTENTION, C'EST FACILE?

**Oui, mais ça demande un peu d'engagement.**

Il faut communiquer auprès des médecins du sport et des kinés alentours pour éviter les légendes urbaines et les amalgames. « C'est un KJ, ça va être dur à rééduquer », « c'est nouveau », « j'ai jamais vu ça », etc. Ceci est un florilège de ce que les patients pourront entendre et qui n'améliorera certainement pas leur engagement dans la rééducation ainsi que la confiance en leur praticien.

Si la rééducation se passe facilement, la technique est plébiscitée. Si les suites sont plus compliquées, avec défaut de gestion de l'AMI, défaut d'observance, délai de reprise plus long que le voisin, ce sera systématiquement la faute de la technique. La littérature, la science, ne pourront rien contre la croyance. C'est donc un choix difficile en ce sens de se mettre au TQ en première intention.

## LA TECHNIQUE, EN QUELQUES POINTS CLEFS.

### Prélèvement

Une incision centrée sur la rotule permet habituellement d'être dans l'axe idéal de prélèvement. (Figure 1 et 2)

Après être passé sous le fascia superficiel (Figure 3), une dissection à la compresse permet d'avoir un jour correct et de bons repères.

Le repère le plus simple est de longer le vaste médial à 2 mm de son corps musculaire (Figure 4). Cette lèvre permettra de suturer la zone de prélèvement. Selon



Figure 1 : Dessin opératoire



Figure 2 : L'incision centrée sur la rotule permet d'être dans l'axe idéal de prélèvement



Figure 3 : Passage sous le fascia superficiel

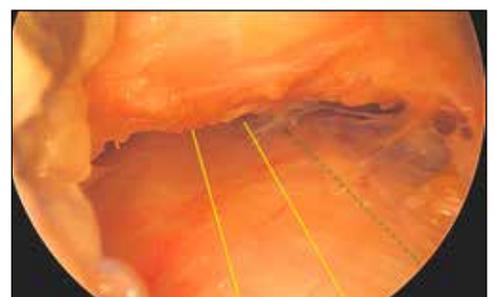


Figure 4 : Vue arthroscopique du repère le long du vaste médial

la technique de fixation (et la taille du patient), il conviendra de prélever entre 5 et 7 cm de tendon et entre 0 et 25mm de baguette rotulienne. En pratique, pour une fixation par vis fémorale et tibiale et un adulte de taille moyenne: 7cm de tendon + 2cm de baguette est la règle.

Fendre le tendon avec un bistouri bilame (Figures 5-7), de proximal à distal, puis prolonger les traits sur le surtout prérotulien est la technique la plus reproductible.

L'épaisseur du TQ incite à prélever moins large qu'un KJ : 9mm en moyenne chez les hommes et 8mm chez les femmes est largement suffisant. Telle une pyrogravure, il est conseillé de dessiner les berges de coupes de la baguette rotulienne au bistouri électrique, ainsi que le trou de passage du fil tracteur (Figure 8). Percer les angles pour éviter les traits de fracture par propagation est un geste indispensable à ce moment.

Les traits de scie longitudinaux doivent être orientés à 30° par rapport à la verticale, le trait distal peut être orthogonal (Figures 9, 10). Une découpe sur 7mm de profondeur et 20-25mm de long est idéale. Il faut bien remonter dans le tendon car l'enthèse peut parfois remonter plus haut que ce que l'on voit. L'ébranlement à l'ostéotome doit faire céder délicatement la face profonde spongieuse de la baguette trapézoïdale.

Tous ces gestes se réalisent sur un genou plié à 90°. La tension naturelle du TQ va soulever spontanément la baguette lorsqu'elle sera suffisamment libérée (Figure 11). Il ne faut pas la brusquer, sous peine de risquer une fracture de rotule.

Une bandelette est passée en simple ou double épaisseur dans le trou réalisé in situ préalablement (Figure 12).



Figure 5 : Section du tendon avec un bistouri bilame.



Figure 6 : Incision de proximal en distal.

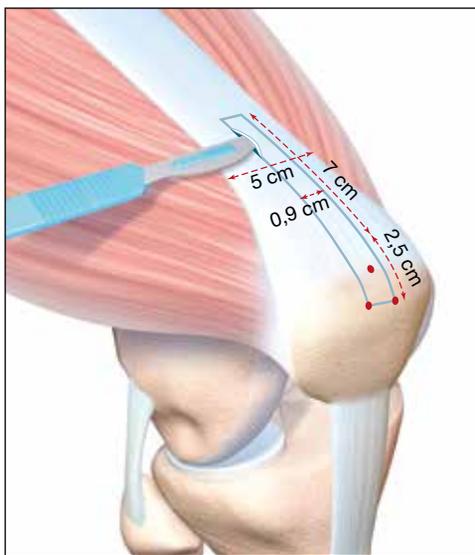


Figure 7 : Schéma pour l'incision du prélèvement



Figure 8 : Dessin de la coupe de la baguette rotulienne au bistouri électrique

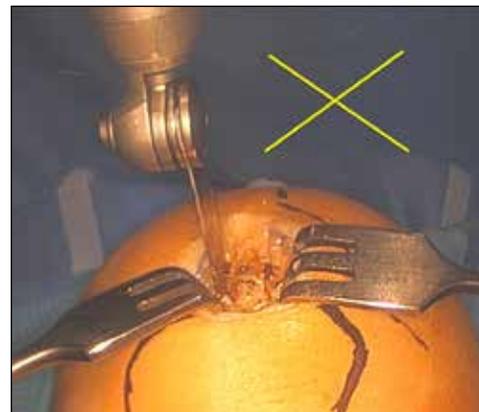


Figure 9 : Mauvais angle d'attaque de la scie: trop vertical.

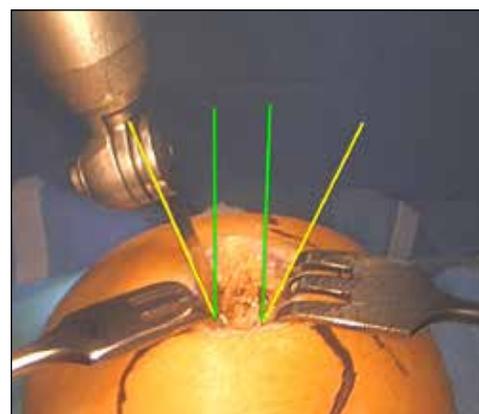


Figure 10 : Traits de coupe longitudinaux à 30°



Figure 11 : La mise en tension du TQ permet de l'élévation de la baguette une fois libérée

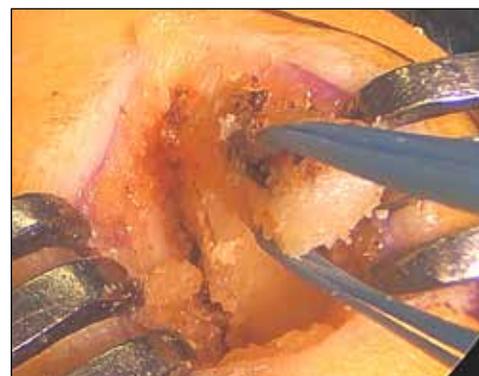


Figure 12 : Passage de la bandelette en simple ou double épaisseur

Le temps suivant est peut être le plus difficile à décrire par écrit. Pour mémoire, le TQ est tri ou quadrilameaire en proximal, et forme un tendon conjoint dans les 2 derniers centimètres distaux avant de rejoindre l'enthèse patellaire. Il convient de trouver le plan de coupe dans le tendon conjoint, en soulevant la baguette, permettant de prélever les feuillets des vastes interne + externe + droit antérieur, jusqu'à leur dissociation en laissant sans effraction le feuillet du vaste intermédiaire (Figures 13, 14). Après ces 2-3 centimètres de libération, le reste peut être fait par digitoclasie.

En cas de tendon exceptionnellement fin, il est possible de prendre toute l'épaisseur en essayant de préserver la membrane synoviale en dessous. Les effractions articulaires doivent être fermées pour permettre une bonne cicatrisation du site de prélèvement.

## Fermeture et préparation

La longueur du greffon se vérifie en extension de genou pour pouvoir tracter distalement (Figure 15). La fermeture proximale peut être facilitée en tirant sur le transplant avant de la détacher en proximal. Il n'a jamais été prouvé que la fermeture servait à quelque chose, mais il n'y a pas de série sans fermeture à ma connaissance. Le fermeture se poursuivra (Figure 16) jusqu'au surtout prérotulien qui se fermera sans difficulté si il a été levé au bistouri électrique précédemment. La greffe d'os spongieux de la zone prélevée expose à des risques de migration du produit de greffe, alors que le défaut osseux n'a jamais été un retour patient notable.

On termine par une fermeture plan par plan, dont le fascia superficielis, qui permet d'éviter les adhérences sous cutanées (Figure 17)

La préparation se poursuit sur table, avec une bandelette coté tendineux (Figure 18) Après calibrage et marquage des limites des zones de fixation, le transplant est réservé dans une compresse de Vancomycine.

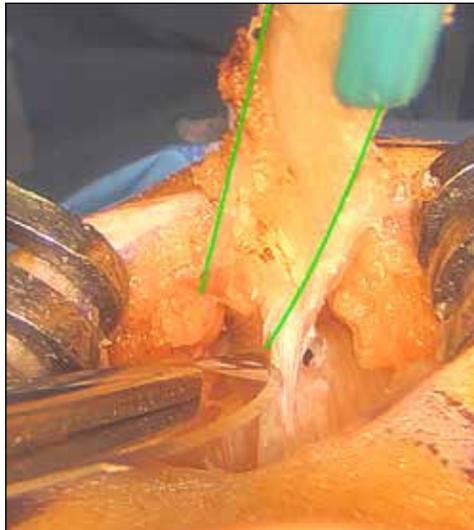


Figure 13 : Prélèvement des feuillets des vastes interne + externe + droit antérieur dans le plan de coupe du tendon conjoint.



Figure 14 : Finalisation du prélèvement par digitoclasie.



Figure 15 : Vérification de la longueur du greffon.



Figure 16 : Fermeture



Figure 17 : Fermeture plan par plan.



Figure 18 : Préparation du transplant avec bandelette du côté tendineux et réservé dans une compresse de Vancomycine. Ne pas oublier le calibrage et le marquage des zones de fixation.

## Passage et fixation

Le TQ est moins souple qu'un transplant aux IJ. Le tunnel fémoral out-in foré taille pour taille avec le greffon nécessitera souvent d'accompagner le virage osseux fémoral (Figures 19,20). Le mandrin de l'arthroscope sera votre allié de choix pour faire une poulie.

La fixation habituelle se fait par vis d'interférence à profil spongieux, taille pour taille au fémur (i.e. : transplant de 9mm, tunnel de 9mm, vis de 9mm de diamètre) (Figure 21), et une taille de moins au tibia (i.e. : bloc osseux de 9mm, tunnel de 9mm, vis de 8mm de diamètre) (Figure 22). L'utilisation de bandelettes trouve sa justification à ce temps : pas de section par les vis, pas de section des mains, pas de bris de baguette, et éventuelle fixation secondaire de cette bandelette sur une ancre (Figure 23).

## LES VRAIES ERREURS

***Il n'y a pas d'erreur rédhibitoire en soi. Il ne faut juste pas en cumuler une deuxième.***

Si la section longitudinale du tendon est trop près voire dans le muscle vaste interne : ce sera pénible à fermer et il existe un risque de transplant grêle. Il faudra prélever plus profond pour compenser.

Si la section longitudinale du tendon est trop latérale, il existe un risque de fracture de rotule. Il est possible de tracer une baguette se médialisant sur la patella pour se recentrer.

Fragilisation de l'enthèse lors de la section au bistouri : il faut soit passer une bandelette de traction directement en amont de la zone fragilisée, soit changer d'attitude et passer sur un soft TQ avec fixation par suspension.

Si la baguette est trop courte ou refendue : ce n'est pas un réel problème. Il faut la faufiler avec un Vicryl 2, et éventuellement prévoir une double fixation grâce à une bandelette passée dans l'enthèse puis fixée sur une ancre ou une ostéosuture distale.



Figure 19 : Tunnel fémoral out-in foré taille pour taille.



Figure 20 : Vue finale du greffon passant dans le pied du reliquat de LCA.



Figure 21 : Fixation par vis d'interférence avec une taille de moins au tibia.



Figure 22 : Fixation par vis d'interférence taille pour taille au fémur.



Figure 23 : Utilisation de bandelette avec une fixation secondaire sur une ancre.

Si le transplant est calibré à plus de 10mm de diamètre en forçant, ça risque d'être encombrant dans le genou, il faut savoir squelettiser son prélèvement pour le réduire. C'est du gâchis, mais c'est pas grave.

Si la fixation est réalisée à 30° de flexion avec réduction du tiroir par l'aide opératoire : il existe un risque de flessum lié à une raideur excessive, comme avec des endoboutons trop serrés.

## LA SÉLECTION DES CANDIDATS

***C'est assez simple : pas de dogme, mais des propositions.***

Sauf découverte fortuite d'une lésion partielle en peropératoire, le geste doit être décidé avant l'opération avec le patient acteur de son choix.

Pour ce cas de figure, et même s'il n'a pas été anticipé, une greffe partielle se fait au DT. Le TQ est raide et moins mousse à son extrémité. Le passage de la greffe

avec beaucoup de préservation tissulaire  
risque de devenir très problématique.

Dans les autres cas:

- Chez les patients jeunes, sportifs, bref, exigeants et à risque de rerupture : TQ car le risque de rerupture est plus faible.
- Chez les patients qui risquent d'échapper au suivi dès qu'ils iront bien (entre 4 et 6 mois): TQ, car ils feront naturellement du muscle même s'ils ne vont plus chez le kiné.
- Chez les patients dont la densité osseuse pose question : TQ car il est préférable de fixer de l'os dans de l'os au tibia. Et il sera nécessaire de mettre une ancre sur la bandelette de traction pour faire une fixation secondaire.
- Chez les patients qui ont eu un autre type de greffe avec satisfaction incomplète sur le genou controlatéral : TQ.
- Chez les patients contents du premier genou : on les renvoie vers le premier chirurgien, ou à défaut, on fait la même technique.

## CONCLUSION

*La courbe d'apprentissage n'est pas si longue et il n'y a pas lieu d'avoir peur de cette technique.*

Le temps chirurgical est peut être un peu supérieur, mais l'évidente diminution du risque de re-rupture et de comorbidité au point de prélèvement apporte un bénéfice non négligeable pour les patients. ■

### Bibliographie

1. Ollivier M, Cognault J, Pailhé R, Bayle-Iniguez X, Cavaignac E, Murgier J. Minimally invasive harvesting of the quadriceps tendon: Technical note. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021 Apr;107(2):102819. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102819. Epub 2021 Jan 23. PMID: 33497791.
2. Fink, C., & Hoser, C. (2016). Quadriceps tendon graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy Techniques*, 5(5), e1095-e1102.
3. Stäubli, H. U., & Schatzmann, L. (2012). The quadriceps tendon as a versatile graft source for ACL reconstruction: Biomechanical properties and clinical application. *Journal of Orthopaedic Science*, 17(6), 741-747.
4. Fink, C., et al. (2017). ACL reconstruction using the quadriceps tendon: A biomechanical and clinical review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 25(10), 3295-3302.
5. Harris, N. L., & Smith, D. A. (2018). Quadriceps tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: Surgical technique and results. *Orthopedic Clinics of North America*, 49(3), 433-442.
6. Mouarbes D, Menetrey J, Marot V, Courtot L, Berard E, Cavaignac E. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes for Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring-Tendon Autografts. *Am J Sports Med.* 2019 Dec;47(14):3531-3540. doi: 10.1177/0363546518825340. Epub 2019 Feb 21. PMID: 30790526.
7. D'Ambrosi R, Kambhampati SB, Meena A, Milinkovic DD, Abermann E, Fink C. The "Golden Age" of quadriceps tendon grafts for the anterior cruciate ligament: a bibliometric analysis. *J ISAKOS.* 2024 Mar 16:S2059-7754(24)00052-X. doi: 10.1016/j.jisako.2024.03.007. Epub ahead of print. PMID: 38492850.
8. Inoue J, Dadoo S, Nukuto K, Özbek EA, Lesniak BP, Sprague AL, Irrgang JJ, Musahl V. Near complete quadriceps tendon healing 2 years following harvest in anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023 Dec;31(12):5747-5754. doi: 10.1007/s00167-023-07638-y. Epub 2023 Nov 6. PMID: 37930438; PMCID: PMC11181339.
9. Runer A, Keeling L, Wagala N, Nugraha H, Özbek EA, Hughes JD, Musahl V. Current trends in graft choice for primary anterior cruciate ligament reconstruction - part II: In-vivo kinematics, patient reported outcomes, re-rupture rates, strength recovery, return to sports and complications. *J Exp Orthop.* 2023 Apr 4;10(1):40. doi: 10.1186/s40634-023-00601-3. PMID: 37014518; PMCID: PMC10073382.
10. Runer A, Keeling L, Wagala N, Nugraha H, Özbek EA, Hughes JD, Musahl V. Current trends in graft choice for primary anterior cruciate ligament reconstruction - part II: In-vivo kinematics, patient reported outcomes, re-rupture rates, strength recovery, return to sports and complications. *J Exp Orthop.* 2023 Apr 4;10(1):40. doi: 10.1186/s40634-023-00601-3. PMID: 37014518; PMCID: PMC10073382.
11. Cognault J, Chaillot PF, Norgate J, Murgier J; International QT Interest Group; ReSurg; Ponsot A, Pailhé R, Horteur C, Agu C, van Rooij F. High rates of donor site healing using quadriceps tendon for anterior cruciate ligament reconstruction: A case series. *J Exp Orthop.* 2024 Jun 17;11(3):e12033. doi: 10.1002/jeo2.12033. PMID: 38887660; PMCID: PMC11180971.
12. Ollivier M, Jacquet C, Pailhé R, Cognault J, Cavaignac E, Seil R. Higher re-rupture rate in quadriceps tendon ACL reconstruction surgeries performed in Denmark: let's return to the mean. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020 Nov;28(11):3655-3656. doi: 10.1007/s00167-020-05961-2. Epub 2020 Apr 2. PMID: 32239273.
13. Ferrer GA, Miller RM, Murawski CD, Tashman S, Irrgang JJ, Musahl V, Fu FH, Debski RE. Quantitative analysis of the patella following the harvest of a quadriceps tendon autograft with a bone block. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Sep;24(9):2899-2905. doi: 10.1007/s00167-015-3550-7. Epub 2015 Mar 7. PMID: 25749653.
14. Cavaignac E, Coulin B, Tscholl P, et al (2017) Is Quadriceps Tendon Autograft a Better Choice Than Hamstring Autograft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? A Comparative Study With a Mean Follow-up of 3.6 Years. *Am J Sports Med* 45:1326-1332. <https://doi.org/10.1177/0363546516688665>

# INFLUENCE DU PROFIL DU PATIENT, DU MÉCANISME DE SA BLESSURE ET DU DIAGNOSTIC SUR LE SCORE DE DÉPISTAGE CLINIQUE DES RUPTURES AIGÜES DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR

Caroline MOUTON<sup>1</sup>, Nicolas GRAVELEAU<sup>2</sup>, François-Xavier GUNEPIN<sup>3</sup>  
et la SFA

1. Centre Hospitalier de Luxembourg, 4 Rue Nicolas Ernest Barblé, L-1210 Rollingergrund-North Belair Luxembourg

2. Clinique du sport - 4, rue Negrevergne 33700 Merignac, France

3. Clinique Lorient, 3 Rue Robert de la Croix, Lorient, France

[francoisxavier.gunepin@hospigrandouest.fr](mailto:francoisxavier.gunepin@hospigrandouest.fr)

## INTRODUCTION

secondaires (72% après 6 mois contre 23% avant 4 mois).

Les lésions traumatiques du genou représentent la deuxième localisation des blessures sportives après la cheville [1]. La nécessité de réaliser une radiographie du genou ou de la cheville après un traumatisme est validée dans des arbres décisionnels reconnus (Critères d'Ottawa de la cheville, du genou, critères de Pittsburgh du genou) [2-4]. Néanmoins il n'y a de fracture que dans 6% des lésions traumatiques du genou [3].

L'incidence des lésions du ligament croisé antérieur (LCA) est de 68 pour 100 000 [5] mais tous les traumatismes du genou peuvent causer une lésion de celui-ci. Le diagnostic d'une rupture du LCA peut être suspecté dès l'interrogatoire et confirmé cliniquement par des manœuvres dynamiques (Test de Lachman). En période post-traumatique immédiate, ces manœuvres dynamiques sont difficiles à réaliser si le genou est très douloureux, contracté et inflammatoire [6]. Par ailleurs ce diagnostic clinique n'est souvent effectué que par des cliniciens expérimentés et des IRM sont souvent prescrites par excès en cas de doute [7].

Seulement 28% des lésions du LCA seraient diagnostiquées dès la première visite médicale [8]. Actuellement, le nombre moyen de consultations nécessaires pour poser le diagnostic serait de 3 (1-6) [8]. Un retard diagnostique et éventuellement thérapeutique augmente le nombre de lésions méniscales médiales

Un score de dépistage des ruptures aiguës du LCA basé uniquement sur des signes évocateurs à l'interrogatoire, a été développé par la Société Francophone d'Arthroscopie (SFA) et présenté au congrès annuel de la SFA en décembre 2020. Il est simple, reproductible, réalisable dans toutes les conditions et par des praticiens inexpérimentés en traumatologie du genou (une application smartphone existe sous Android et sur l'Apple store, les QR codes de connexion sont présents dans le mode d'emploi à la fin de cet article.)

Ces signes fonctionnels évocateurs d'une rupture du LCA sont : (1) une sensation initiale de dérobement ou de déboîtement du genou, (2) une impotence fonctionnelle immédiate, (3) un épanchement du genou précoce et volumineux, (4) une douleur intense et (5) la survenue d'un craquement ressenti et/ou audible du genou au moment du traumatisme [9-12].

Nous avons suffisamment de recul à ce jour pour étudier si certains facteurs (intrinsèques ou extrinsèques au patient) modifient la pertinence du score dans sa capacité à distinguer une lésion du LCA d'un autre type de lésion du genou. L'objectif de cette étude était donc d'étudier l'influence du profil du patient, du mécanisme de sa blessure et du diagnostic sur le score fonctionnel de dépistage clinique des ruptures du ligament croisé antérieur du genou. L'hypothèse était que seul le diagnostic influencerait le score de dépistage clinique.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Patients

Il s'agit d'une étude prospective et multicentrique de patients victimes d'un traumatisme grave du genou. Les patients ont été recrutés par 17 centres francophones soit aux urgences si le centre investigateur disposait d'un service d'accueil des urgences soit dans les centres médico-chirurgicaux de consultation du centre investigateur. **Les critères d'inclusion** étaient : (1) âge entre 18 et 55 ans, (2) traumatisme du genou survenu moins de 35 jours avant la consultation, (3) absence de fractures osseuses sur le bilan radiographique standard (incidence du genou de face et de profil), (4) patient affilié à un régime de sécurité sociale (bénéficiaire ou ayant droit), (5) patient informé et ayant confirmé sa non opposition à l'étude. **Les patients étaient exclus** dans les cas suivants : (1) traumatisme grave du genou nécessitant une prise en charge chirurgicale immédiate (fractures, luxations), (2) antécédents traumatiques (dont entorse) sur le même genou ou le genou controlatéral, (3) impossibilité (contre-indication CE métallique ou claustrophobie...) ou refus d'effectuer une IRM du genou, (4) incapacité de comprendre l'information délivrée, (5) refus du patient, (6) suivi impossible pour des raisons géographiques. Tous les patients ont été informés de l'étude et ont eu le droit à s'opposer au recueil de leurs données médicales.

Au total, 425 patients ont été sélectionnés dont 355 correspondaient aux critères de sélection (13 patients en dehors des limites d'âge, 12 patients dont le traumatisme du genou était survenu plus de 35 jours avant la consultation, 22 patients avec une anomalie osseuse sur le bilan radiographique standard, 16 patients avec un antécédent traumatique sur le même genou ou le genou controlatéral, 7 patients dont le délai entre l'accident et l'IRM était supérieur à 2 mois). Les données étaient complètes et ont été analysées pour 255 patients.

## Prise en charge diagnostique

Dans un premier temps, un bilan radiographique (genou de face et de profil) était systématiquement réalisé afin d'éliminer la présence d'une fracture osseuse. Un score fonctionnel de dépistage clinique (Tableau 1) était rempli par le médecin. Il comprenait 5 items concernant la douleur, l'impotence fonctionnelle, le craquement, l'instabilité et l'épanchement. Un score initial sur 12 était ainsi calculé. Le sexe du patient, son âge, son indice de masse corporelle, le côté blessé et le délai entre l'accident et la consultation étaient enregistrés. Le score de Tegner [13] et le mécanisme de lésion (varus et rotation interne / valgus et rotation externe / hyperextension / saut réception / changement de direction) étaient renseignés. Le score IKDC (International Knee Documentation Committee) subjectif [14] était renseigné. Le score était converti en une échelle de 0

(le pire) à 100 (le meilleur) comme recommandé précédemment [15].

## Prise en charge thérapeutique

La prise en charge des entorses du genou en urgence était identique qu'il y ait ou non rupture du LCA et dans tous les centres investigateurs : le repos, l'immobilisation du genou à visée antalgique par une attelle rigide amovible, un appui soulagé par deux cannes béquilles et un traitement symptomatique de la douleur et de l'inflammation (glace, antalgiques, AINS) étaient prescrits. Les patients étaient convoqués en consultation de post-urgence pour être examinés par un chirurgien orthopédiste (dans les deux mois suivant l'accident) et une IRM était demandée. Des séquences axiales, sagittales et coronales étaient effectuées, en utilisant les séquences T2-weighted Fastsat spin-echo pour caractériser la rupture ou non du ligament croisé antérieur. Ces séquences ont une spécificité de plus de 95% dans la détection des lésions du LCA [16].

Le diagnostic final de lésion du ligament croisé antérieur était alors établi par le chirurgien sur la base de l'examen clinique et du résultat de l'IRM. La prise en charge chirurgicale suivait alors les recommandations de la Haute Autorité de Santé en cas de rupture du LCA [17]. Les patients étaient répartis en deux groupes, selon le statut du LCA : LCA rompu ou LCA sain.

## Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide de la version 23.0 du logiciel SPSS. Pour les variables quantitatives, la normalité des données a été vérifiée à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov. La normalité des données n'étant pas confirmée, le test de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les profils des patients avec un LCA rompu ou intègre.

Tous les patients ont signé un consentement éclairé pour le traitement anonyme de leurs données et la déclaration a été faite à la CNIL selon un protocole MRO3 avec la référence 20015651. Une autorisation de comité d'éthique et de protection des personnes a été obtenue pour cette étude (Numéro 2016-A00126-45).

## RÉSULTATS

Deux cent cinquante-trois patients ont été inclus. Cent soixante-cinq patients avaient une rupture confirmée du LCA et 88 patients avaient un LCA sain. Le groupe LCA sain était composé de 7 patients avec une luxation de la rotule, 1 patient avec rupture du tendon rotulien, 3 patients avec une lésion du ligament croisé postérieur, 24 patients avec entorse d'un ligament collatéral, 21 patients avec une lésion méniscale, 11 patients avec contusion osseuse et 21 patients avec contusion des parties molles.

ITEM	VALEUR				
	0	1	2	3	4
Échelle visuelle analogique de la douleur	0-1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Impotence fonctionnelle	Reprise possible	Reprise temporaire	Arrêt de l'activité	Appui impossible	
Craquement	Non	Ressenti	Audible		
Instabilité	Non	Sensation de dérobement à la reprise d'appui	Sensation de déboitement lors de l'accident		
Épanchement constaté par le patient	Absent	Présent			

Tableau 1 : Item et valeur du score sur 12 points

L'examen clinique et l'IRM étaient concordants dans tous les cas pour la rupture du LCA. Le profil des patients et de leur blessure est disponible dans le Tableau 2. Les patients avec un LCA rompu présentaient un score de Tegner plus élevé (médiane 7 (1-10)) que les patients avec un LCA sain (médiane 5 (1-10) ;  $p < 0,01$ ). Le délai entre l'accident et la consultation était plus élevé dans le groupe LCA rompu (médiane: 5 jours (0-34), versus 1 jour (0-32) pour le groupe LCA sain). Le score IKDC médian pour la population totale était de 46 (8-92). Ce score était significativement inférieur chez les patients avec un LCA rompu (médiane 43 (16-76)) comparé au groupe de patients avec un LCA sain (médiane 56 (8-92) ;  $p < 0,01$ ). Il existait une corrélation significative entre le Tegner et le score de dépistage clinique (Rho de Spearman = 0.258 -  $p < 0,01$ ) ainsi qu'une corrélation négative entre l'IKDC subjectif et le score de dépistage clinique (Rho de Spearman = -0.413 -  $p < 0,01$ ). Les autres paramètres du profil du patient indiqués dans le tableau 2 n'étaient pas significativement corrélés au score de dépistage clinique.

Le score de dépistage médian était de 7 (1-12). La répartition des réponses à chaque item ainsi que la comparaison du

score et des items entre les patients avec un LCA rompu ou sain est disponible dans le Tableau 3. Le score médian était supérieur dans les LCA rompus (8) comparé au LCA sains (5 ;  $p < 0,01$ ). Tous les paramètres (douleur, impotence, craquement, instabilité, épanchement) étaient significativement différents entre LCA rompus et sains ( $p < 0,01$ ). Un score de douleur de 7-8 ou 9-10, un appui impossible après la blessure, un craquement audible, une sensation de déboîtement lors de l'accident et un épanchement étaient plus fréquemment observés dans les LCA rompus que dans les LCA sains ( $p < 0,05$ ). A l'inverse, un score de douleur de 3-4, une reprise possible ou temporaire de l'activité sportive, aucun craquement, aucune sensation d'instabilité et aucun épanchement étaient plus fréquemment observés dans le groupe de patients sans lésion du LCA ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSION

La principale information de cette étude est que le profil du patient et le mécanisme de l'accident ne modifient pas significativement les valeurs du score de dépistage clinique des ruptures aiguës du ligament croisé antérieur. Seul le diagnostic (rupture du LCA ou non) impactait celui-ci et tous les items (douleur, impotence fonctionnelle, craquement, instabilité et épanchement) étaient significativement différents entre LCA rompus et sains. La construction de ce score est ainsi confirmée. Celui-ci peut donc facilement s'appliquer aux patients présentant un traumatisme aigu du genou pour orienter leur diagnostic et prise en charge.

Ce score, développé par la Société Francophone d'Arthroscopie, s'inscrit dans un contexte général du monde de la Santé où des règles de prise de décision clinique sont de plus en plus développées. Ces règles ont pour but de rationaliser les prises en charge et d'améliorer la performance diagnostique et thérapeutique [18, 19]. Des recommandations [17], consensus

Profil du patient		Population totale	LCA rompu (n=165)	LCA sain (n=88)
Sexe (M/F)	N=238	149 (63%) / 89 (37%)	100 (63%) / 59 (37%)	49 (62%) / 30 (38%)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	N=232	23.5 (16.1-41.9)	24 (17.4-41.9)	23.4 (16.1-34.3)
Age à la blessure (années)	N=251	28 (18-54)	28 (18-54)	27.5 (18-54)
Tegner *	N=246	6 (1-10)	7 (1-10)	5 (1-10)
Délai accident – consultation (jours) *	N=252	4 (0-34)	5 (0-34)	1 (0-32)
Côté (Gauche/Droit)	N=249	110 (44%) / 139 (56%)	68 (42%) / 95 (58%)	42 (49%) / 44 (51%)
Mécanisme lésionnel				
Varus – Rotation interne (non/oui)	N=238	180 (76%) / 58 (24%)	112 (73%) / 41(27%)	68 (80%) / 17 (20%)
Valgus – Rotation externe (non/oui)	N=238	124 (52%) / 114 (48%)	75 (49%) / 78 (51%)	49 (58%) / 36 (42%)
Hyperextension (non/oui)	N=238	202 (85%) / 36 (15%)	125 (82%) / 28 (18%)	77 (91%) / 8 (9%)
Saut réception (non/oui)	N=238	192 (81%) / 46 (19%)	123 (80%) / 30 (20%)	69 (81%) / 16 (19%)
Changement de direction (non/oui)	N=238	174 (73%) / 64 (27%)	106 (69%) / 47 (31%)	68 (80%) / 17 (20%)

Tableau 2: Caractéristiques générales de la population (profil du patient). Les valeurs indiquées sont rapportées en médiane (minimum-maximum). \*  $p < 0,05$  selon le test de Mann-Whitney pour la comparaison entre LCA rompus et LCA sains.

		Population globale (n=253)	LCA rompu (n=165)	LCA sain (n=88)
<b>Score total*</b>		7 (1-12)	8 (2-12)	5 (1-11)
<b>Douleur ** (n=252)</b>	01-févr	24 (9.5%)	13 (8%)	11 (13%)
	03-avr	57 (22.5%)	30 (18%) †	27 (31%)
	05-juin	62 (24.5%)	38 (23%)	24 (28%)
	07-août	88 (35%)	66 (40%) †	22 (25%)
	09-oct	21 (8.5%)	18 (11%) †	3 (3%)
<b>Impotence fonctionnelle ** (n=253)</b>	Reprise possible	19 (7.5%)	2 (1%) †	17 (19%)
	Reprise temporaire	36 (14%)	16 (10%) †	20 (23%)
	Arrêt de l'activité	126 (50%)	88 (53%)	38 (43%)
	Appui impossible	72 (28.5%)	59 (36%) †	13 (15%)
<b>Craquement ** (n=253)</b>	Non	80 (32%)	36 (22%) †	44 (50%)
	Ressenti	76 (30%)	53 (32%)	23 (26%)
	Audible	97 (38%)	76 (46%) †	21 (24%)
<b>Instabilité ** (n=252)</b>	Non	92 (36%)	37 (23%) †	55 (63%)
	Sensation de dérobo- ment à la reprise d'appui Sensation de déboîte- ment lors de l'accident	77 (31%)	60 (36%)	17 (19%)
		83 (33%)	67 (41%) †	16 (18%)
<b>Epanchement ** (n=240)</b>	Non	47 (20%)	20 (13%)	27 (32%)
	Oui	193 (80%)	135 (87%)	58 (68%)

Tableau 3 : Score de dépistage des ruptures du ligament croisé antérieur : répartition selon les groupes LCA rompu/LCA sain. \* p < 0,01 selon le test de Mann-Whitney pour la comparaison entre LCA rompus et LCA sains. Les valeurs indiquées sont rapportées en médiane (minimum – maximum) \*\* p < 0,01 selon le test de Khi deux pour la comparaison entre LCA rompus et LCA sains † p < 0,05 pour la comparaison entre LCA rompus et intègres après correction de Bonferroni

d'experts [20, 21] ou de sociétés savantes [22], ont été aussi élaborés pour cela [23].

En ce qui concerne la prise en charge diagnostique, de nombreux scores décisionnels existent pour évaluer l'intérêt de réaliser des radiographies du genou ou de la cheville. Le Score d'Ottawa pour le genou a une sensibilité de 97% et une spécificité de 27% pour identifier les patients nécessitant une radiographie après un traumatisme

[24]. Ce score a nécessité de nombreuses études cliniques et des études statistiques afin d'affirmer sa validité et des critères, en suivant des méthodes éprouvées [25]. Notre étude valide le score de dépistage des lésions du LCA dans la population étudiée selon les mêmes recommandations.

Les principales lésions rencontrées lors d'un traumatisme grave du genou impliquent des tissus mous (93,5%) sans

fracture associée [3]. L'identification initiale des lésions (ligamentaires ou méniscales en particulier) sur des radiographies normales ne peut donc généralement se faire que par l'interrogatoire et l'examen clinique. La précision de l'examen clinique réalisés par des professionnels de santé peu entraînés au diagnostic de ces lésions n'est toutefois pas fiable ni reproductible. Il existe de plus des différences de performance diagnostique entre les chirurgiens

orthopédistes et les médecins généralistes ou urgentistes [26]. Frobell et al. [27] ont analysé 159 patients consécutifs victimes d'un traumatisme grave du genou (examen clinique et IRM). La laxité antérieure objectivée lors de l'examen clinique aux urgences était correctement diagnostiquée (normale ou anormale) chez 78% des patients avec une rupture du LCA et 50% des patients sans lésions ligamentaire. Les méta-analyses confirment ces impressions avec une sensibilité de 81% pour le test de Lachman dans les ruptures complètes du LCA [28, 29]. Devant le risque de méconnaissance d'une rupture du LCA, le score fonctionnel utilisé dans cette étude peut donc être employé pour proposer une consultation rapide avec un orthopédiste, éviter une reprise d'activité trop précoce ainsi que pour limiter la prescription IRM.

La prise en charge chirurgicale des lésions du LCA, lorsqu'elle est nécessaire, se fait de plus en plus précocement [30]. Les lésions méniscales et cartilagineuses augmentent significativement après 1 mois d'évolution [31]. Un diagnostic précoce doit donc être obtenu.

L'IRM est performante pour le diagnostic des lésions graves du genou. Koch et al. retrouvent des valeurs de sensibilité et de spécificité 77 et 92% pour la détection de lésions du ménisque médial, de 82 et 97% pour la détection de lésions du LCA. La précision de l'IRM était moins fiable pour les lésions du ménisque latéral et du cartilage [32]. Dans notre étude l'IRM a été considérée comme valeur de référence en association avec l'examen clinique. En effet, l'association de l'examen clinique et de l'IRM augmente la sensibilité à 95% et la spécificité à 95% pour la détection des lésions du LCA [33]. L'IRM est demandée en cas de suspicion de lésion grave des tissus mous et elle est le plus souvent obtenue plusieurs jours ou semaines après le traumatisme. En cas de forte suspicion de lésion du LCA avec un score élevé, les demandes d'IRM pourraient être appuyées et justifiées afin de limiter les délais d'obtention.

Dans cette étude, le groupe de LCA sain était composé de patients avec de nombreux autres diagnostics couvrant aussi bien des entorses bénignes (contusions...) que d'autres entorses sévères du genou (luxation de la rotule, entorse d'un ligament collatéral...). L'intégration de traumatismes du genou dont la gravité varie représente l'éventail des patients se présentant dans un service d'urgences, ajoutant une force supplémentaire à la

validation du score. Des analyses supplémentaires seront toutefois nécessaires pour déterminer plus précisément la sensibilité et la spécificité du score pour aider au diagnostic et prise en charge de la lésion du LCA et comprendre si d'autres traumatismes pourraient amener à un score fonctionnel élevé. Toutefois, l'étude démontre que tous les items du score fonctionnel (la douleur, l'impotence fonctionnelle, le craquement, l'instabilité et l'épanchement) différaient significativement entre LCA rompus et sains malgré l'intégration d'autres traumatismes sévères du genou dans le groupe de patients avec LCA sain. Ceci confirme aussi les signes évocateurs de la lésion du LCA précédemment rapportés dans la littérature [9-12].

Le profil des patients et de leur traumatisme a été étudié dans de larges cohortes lors de leur venue aux urgences. L'âge, le sexe, le type de sport pratiqué et le niveau de sport peuvent influencer l'incidence des lésions traumatiques du genou [34]. Les femmes ont un risque accru de lésion du ligament croisé antérieur alors que les hommes ont un risque plus important de lésion méniscale [35]. Les lésions méniscales isolées sont plus fréquentes chez les patients non sportifs, obèses ou pratiquant un sport sans contact [36]. Le niveau sportif influence le nombre de lésions du ligament croisé antérieur [37], ce qui peut expliquer la corrélation positive observée dans cette étude entre le Tegner et le score de dépistage clinique. Le mécanisme lésionnel influence la survenue d'une lésion du LCA [38] avec des lésions en torsion lorsque le pied est contre le sol (valgus rotation externe ou varus rotation interne). Dans notre étude, certains de ces facteurs influençaient donc le type de lésion retrouvée, mais n'avaient pas d'influence sur le score de dépistage. Les données de cette étude rappellent aussi que la rupture du LCA est un traumatisme grave du genou. Les patients avec une lésion du LCA présentaient un score IKDC inférieur aux LCA sains, signe d'une impotence fonctionnelle plus importante. Il est d'ailleurs intéressant de noter qu'une corrélation négative entre l'IKDC subjectif et le score de dépistage clinique.

Les principales limites de cette étude sont que le nombre de cas est limité et nécessite des validations réalisées lors d'études prospectives multiples couvrant une population plus hétérogène. Le caractère multicentrique a permis de couvrir un large panel de lésions du genou. Le caractère prospectif augmente la fiabilité mais il serait nécessaire d'effectuer des études

prospectives et randomisées pour valider la pertinence de l'utilisation du score sans augmenter le risque de perte de chance lié à l'absence de réalisation d'une IRM.

## CONCLUSION

Les facteurs intrinsèques du patient et le type de traumatisme ne modifient pas la sensibilité du score fonctionnel de dépistage des lésions du ligament croisé antérieur du genou. Seul le diagnostic (rupture du LCA ou non) impactait le score. Il peut donc s'appliquer à tous les patients présentant un traumatisme aigu du genou afin d'orienter le diagnostic (rupture du LCA ou non) et la prise en charge (IRM et/ou consultation spécialisée précoce). L'application gratuite pour smartphone en rend l'utilisation aisée. ■

## Bibliographie

1. Dunfee WR, Dalinka MK, Kneeland JB. Imaging of athletic injuries to the ankle and foot. *Radiol Clin North Am* 2002;40(2):289-312, vii.
2. Stiell IG, Greenberg GH, McKnight RD, Nair RC, McDowell I, Worthington JR. A study to develop clinical decision rules for the use of radiography in acute ankle injuries. *Annals of emergency medicine* 1992;21(4):384-90.
3. Stiell IG, Greenberg GH, Wells GA, McKnight RD, Cwinn AA, Cacciotti T, et al. Derivation of a decision rule for the use of radiography in acute knee injuries. *Annals of emergency medicine* 1995;26(4):405-13.
4. Seaberg DC, Jackson R. Clinical decision rule for knee radiographs. *The American journal of emergency medicine* 1994;12(5):541-3.
5. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, et al. Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: a 21-year population-based study. *The American journal of sports medicine* 2016;44(6):1502-7.
6. Kocabay Y, Tetik O, Isbell WM, Atay ÖA, Johnson DL. The value of clinical examination versus magnetic resonance imaging in the diagnosis of meniscal tears and anterior cruciate ligament rupture. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 2004;20(7):696-700.
7. Kopka M, Mohtadi N, Naylor A, Walker R, Donald M, Frank C. The use of magnetic resonance imaging in acute knee injuries can be reduced by non-physician expert clinics. *The Physician and sportsmedicine* 2015;43(1):30-6.
8. Arastu M, Grange S, Twyman R. Prevalence and consequences of delayed diagnosis of anterior cruciate ligament ruptures. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2015;23(4):1201-5.
9. Wagemakers HP, Luijsterburg PA, Boks SS, Heintjes EM, Berger MY, Verhaar JA, et al. Diagnostic accuracy of history taking and physical examination for assessing anterior cruciate ligament lesions of the knee in primary care. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91(9):1452-9.
10. Parwaiz H, Teo AQ, Servant C. Anterior cruciate ligament injury: A persistently difficult diagnosis. *Knee* 2016;23(1):116-20.
11. Noyes FR, Moar PA, Matthews DS, Butler DL. The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part I: the long-term functional disability in athletically active individuals. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65(2):154-62.
12. Noyes FR, Bassett RW, Grood ES, Butler DL. Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee. Incidence of anterior cruciate tears and other injuries. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62(5):687-95, 757.
13. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clinical orthopaedics and related research* 1985(198):43-9.
14. Anderson AF, Irrgang JJ, Kocher MS, Mann BJ, Harrast JJ, Committee IKD. The International Knee Documentation Committee subjective knee evaluation form: normative data. *The American journal of sports medicine* 2006;34(1):128-35.
15. Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH. Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 1998;6(2):107-14.
16. Ha TP, Li KC, Beaulieu CF, Bergman G, Ch'en IY, Eller DJ, et al. Anterior cruciate ligament injury: fast spin-echo MR imaging with arthroscopic correlation in 217 examinations. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170(5):1215-9.
17. Beaufils P, Hulet C, Dhenain M, Nizard R, Nourissat G, Pujol N. Clinical practice guidelines for the management of meniscal lesions and isolated lesions of the anterior cruciate ligament of the knee in adults. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2009;95(6):437-42.
18. Shortliffe EH, Shortliffe EH, Cimino JJ, Cimino JJ. *Biomedical informatics: computer applications in health care and biomedicine*. Springer; 2014.
19. Kawamoto K, Houlihan CA, Balas EA, Lobach DF. Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. *Bmj* 2005;330(7494):765.
20. Chahla J, Kunze KN, LaPrade RF, Getgood A, Cohen M, Gelber P, et al. The posteromedial corner of the knee: an international expert consensus statement on diagnosis, classification, treatment, and rehabilitation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2020:1-11.
21. Svantesson E, Hamrin Senorski E, Webster KE, Karlsson J, Diermeier T, Rothrauff BB, et al. Clinical outcomes after anterior cruciate ligament injury: panther symposium ACL injury clinical outcomes consensus group. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2020;8(7):2325967120934751.
22. Beaufils P, Becker R, Kopf S, Englund M, Verdonk R, Ollivier M, et al. Surgical management of degenerative meniscus lesions: the 2016 ESSKA meniscus consensus. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2017;25(2):335-46.
23. Speerin R, Needs C, Chua J, Woodhouse LJ, Nordin M, McGlasson R, et al. Implementing models of care for musculoskeletal conditions in health systems to support value-based care. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2020;34(5):101548.
24. Gammons M, Russell J. Application of the Ottawa Knee Rules in an on mountain clinic. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2006;16(5):438-9.
25. Wasson JH, Sox HC, Neff RK, Goldman L. Clinical prediction rules: applications and methodological standards. *New England Journal of Medicine* 1985;313(13):793-9.
26. Moore JH, Goss DL, Baxter RE, DeBerardino TM, Mansfield LT, Fellows DW, et al. Clinical diagnostic accuracy and magnetic resonance imaging of patients referred by physical therapists, orthopaedic surgeons, and nonorthopaedic providers. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;35(2):67-71.
27. Frobell R, Lohmander L, Roos H. Acute rotational trauma to the knee: poor agreement between clinical assessment and magnetic resonance imaging findings. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2007;17(2):109-14.
28. Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2006;36(5):267-88.
29. van Eck CF, van den Bekerom MP, Fu FH, Poolman RW, Kerkhoffs GM. Methods to diagnose acute anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis of physical examinations with and without anaesthesia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(8):1895-903.
30. Baba R, Kondo E, Iwasaki K, Joutoku Z, Onodera J, Onodera T, et al. Impact of Surgical Timing on Clinical Outcomes in Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Hamstring Tendon Autografts. *Orthop J Sports Med* 2019;7(11):2325967119880553.
31. Kim SH, Han SJ, Park YB, Kim DH, Lee HJ, Pujol N. A systematic review comparing the results of early vs delayed ligament surgeries in single anterior cruciate ligament and multiligament knee injuries. *Knee Surg Relat Res* 2021;33(1):1.
32. Koch JEJ, Ben-Elyahu R, Khateeb B, Ringart M, Nyska M, Ohana N, et al. Accuracy measures of 1.5-tesla MRI for the diagnosis of ACL, meniscus and articular knee cartilage damage and characteristics of false negative lesions: a level III prognostic study. *BMC Musculoskelet Disord* 2021;22(1):124.
33. Whittaker JL, Chan M, Pan B, Hassan I, Defreitas T, Hui C, et al. Towards improving the identification of anterior cruciate ligament tears in primary point-of-care settings. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2020;21(1):252.
34. Rui P, Ashman JJ, Akinseye A. Emergency Department Visits for Injuries Sustained During Sports and Recreational Activities by Patients Aged 5-24 Years, 2010-2016. *Natl Health Stat Report* 2019(133):1-15.
35. Stanley LE, Kerr ZY, Dompier TP, Padua DA. Sex Differences in the Incidence of Anterior Cruciate Ligament, Medial Collateral Ligament, and Meniscal Injuries in Collegiate and High School Sports: 2009-2010 Through 2013-2014. *Am J Sports Med* 2016;44(6):1565-72.
36. Kontio T, Heliövaara M, Rissanen H, Knekt P, Aromaa A, Solovieva S. Risk factors for first hospitalization due to meniscal lesions - a population-based cohort study with 30 years of follow-up. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18(1):528.
37. Loughran GJ, Vulpis CT, Murphy JP, Weiner DA, Svoboda SJ, Hinton RY, et al. Incidence of Knee Injuries on Artificial Turf Versus Natural Grass in National Collegiate Athletic Association American Football: 2004-2005 Through 2013-2014 Seasons. *Am J Sports Med* 2019;47(6):1294-301.
38. Gupta AS, Pierpoint LA, Comstock RD, Saper MG. Sex-Based Differences in Anterior Cruciate Ligament Injuries Among United States High School Soccer Players: An Epidemiological Study. *Orthop J Sports Med* 2020;8(5):2325967120919178.

# APPLICATION SMARTPHONE SCORE DU GENOU DISPONIBLE SUR ANDROID ET IOS

Application smartphone basée sur le travail de la SFA [1]

**Test du Genou**  
Société Francophone d'Arthroscopie

1k+ Téléchargements | PC et 3.0

[Installer](#) [Partager](#) [Ajouter à la liste de souhaits](#)

Cette application est disponible pour tous vos appareils.

Assistance de l'appli

À propos de l'application →

Les traumatismes du genou sont en constante augmentation parallèlement au développement de la pratique sportive. Le diagnostic d'une rupture du ligament croisé antérieur est difficile, dans le contexte de l'urgence, avec un patient anxieux et douloureux, ce qui ne permet pas toujours la manipulation de l'articulation traumatisée. Un diagnostic initial imparfait expose à deux problématiques. D'un côté, en cas de traumatisme mineur, il est possible d'observer des essais de traitement (immobilisation, arrêt de travail, examens d'IRM non justifiés). D'un autre côté, une rupture du LCA ignorée expose à des accidents d'instabilité métrals potentiellement générateurs de lésions méniscales/carilagineuses et à une dégradation accélérée de l'articulation du genou...

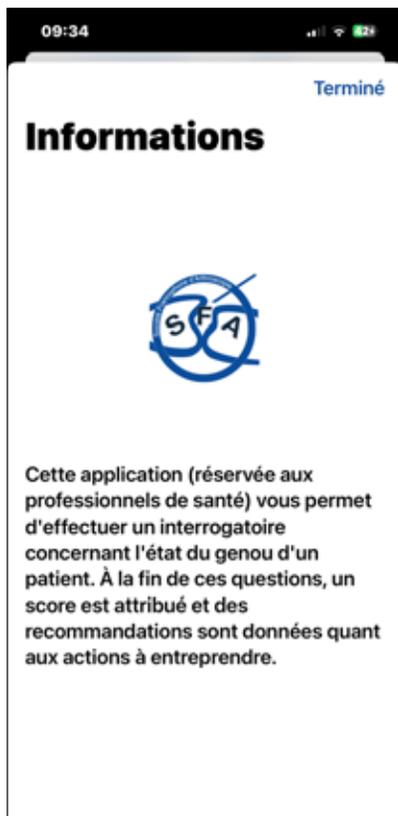
**Test du Genou (17+)**  
Lésions du genou  
Société Francophone d'Arthroscopie  
Conçu pour iPad

★★★★★ 4,2 | 1 note

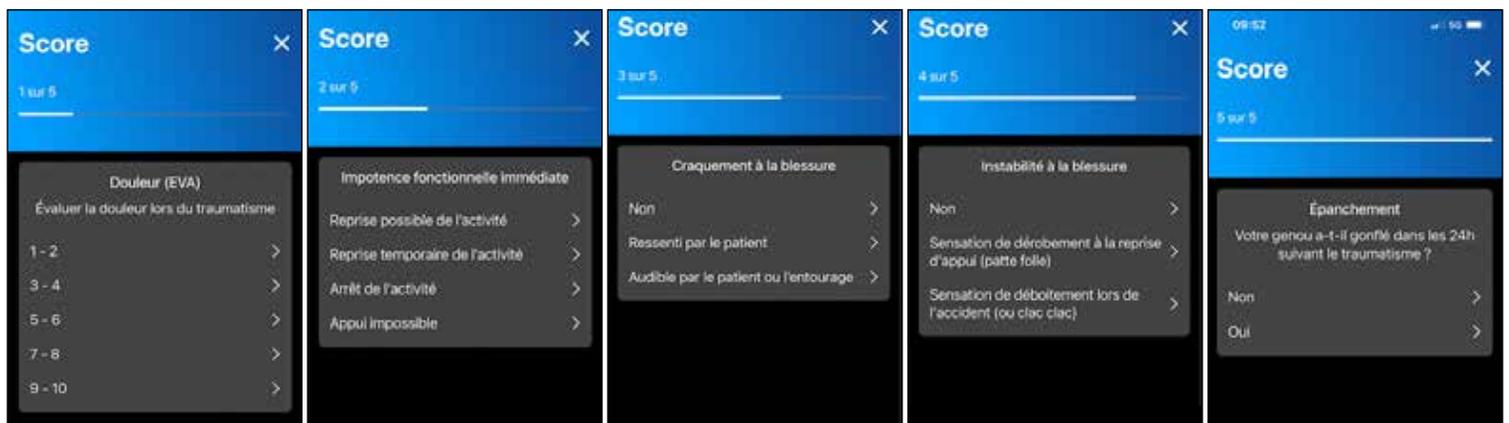
Gratuit

[Afficher dans le Mac App Store](#)

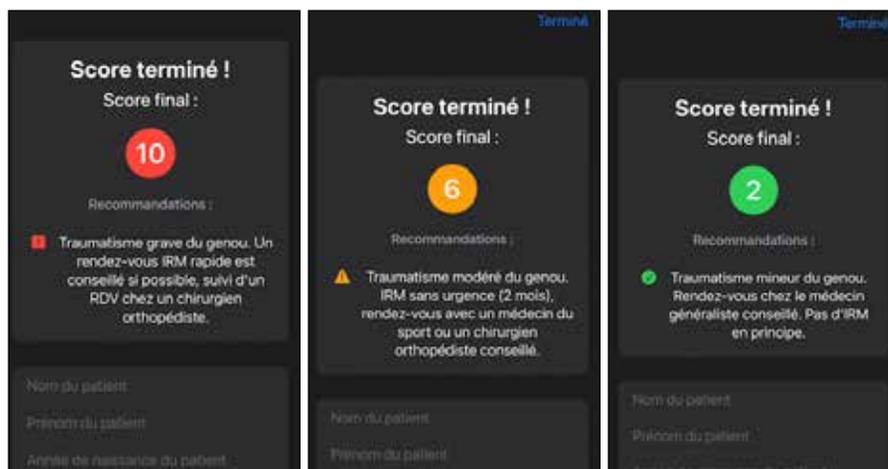
Captures d'écran iPad iPhone



Une fois l'application téléchargée et ouverte, la navigation est fluide et le passage d'une page à l'autre est automatique une fois les items renseignés



Il s'agit d'un choix simple pour chacun des 5 items



### Le calcul du score est automatique

- Score inférieur ou égal à 4 : traumatisme mineur car rupture du LCAE exceptionnelle sensibilité 96% et valeur de prédiction négative de 87%
- Score entre 5 et 7 : traumatisme modéré
- Score supérieur ou égal à 8 : traumatisme grave car rupture du LCAE probable spécificité de 88 % et une valeur prédictive positive de 83%

Terminé

Nom du patient

Prénom du patient

Année de naissance du patient

Veillez noter que les informations suivantes seront inscrites sur le fichier de résultat que vous pourrez envoyer par courriel. Les données seront supprimées de l'application après l'envoi.

**Se souvenir de mon adresse email**

Vous pouvez choisir d'enregistrer l'adresse email sur votre appareil pour éviter de devoir la renseigner à chaque test.

Cette page sert à générer le mot de passe qui permettra au patient de récupérer le pdf de son score  
Le praticien peut également noter son mail pour obtenir un double du pdf

**Résultat du test**



Nom du patient :

Email du praticien :

Date : 12/12/2021

Score : 10

Résultats :

Question 1 (Douleur (EVA)) : 9 - 10

Question 2 (Impotence fonctionnelle immédiate) : Arrêt de l'activité

Question 3 (Craquement à la blessure) : Ressenti par le patient

Question 4 (Instabilité à la blessure) : Sensation de déboitement lors de l'accident

Question 5 (Épanchement) : Oui

Ce document ne constitue PAS un diagnostic médical.

Modèle de pdf adressé par mail au patient et au praticien

Terminé

< Retour

## Envoyer le PDF

Afin de sécuriser l'échange de données, un mot de passe est nécessaire. Ce même mot de passe vous sera demandé pour ouvrir le document sur un autre appareil.

Afficher le mot de passe

Suivant >

Dernière page du score.  
Lorsque le fichier est envoyé, aucune donnée n'est conservée

**Bibliographie**

1. Gunepin FX, Letartre R, Mouton C, Guillemot P, Common H, Thoreux P, Di Francia R, Graveleau N; Francophone Arthroscopy Society (SFA). Construction and validation of a functional diagnostic score in anterior cruciate ligament ruptures of the knee in the immediate post-traumatic period. Preliminary results of a multicenter prospective study. Orthop Traumatol Surg Res. 2023 Dec;109(8S):103686. doi: 10.1016/j.otsr.2023.103686. Epub 2023 Sep 28. PMID: 37776951.

Mot de passe

 ResultatTest [ ] est protégé(e). Saisissez un mot de passe d'ouverture du document.

Mot de passe :



**stryker**

## Mako SmartRobotics™

### Know More. Cut Less.

- ✓ Planification personnalisée basée sur le scanner du patient
- ✓ Technologie haptique Accustop™ permettant précision et exactitude de coupe\*
- ✓ Accès aux data liées à votre pratique pour perfectionner votre expérience
- ✓ Applications Arthroplastie partielle du genou (PKA), Arthroplastie totale du genou (TKA) et Arthroplastie totale de la hanche (THA).

**1,5 million+**  
**Procédures Mako**

réalisées à début 2024\*



Systèmes Mako installés dans  
**43 pays**



**18 ans**  
d'expérience en  
chirurgie robotisée



**425+**  
Publications  
scientifiques



**1500+**  
Brevets déposés

\*Données Stryker début 2024



### 3 applications

Arthroplastie partielle du genou (PKA),  
Arthroplastie totale du genou (TKA),  
Arthroplastie totale de la hanche (THA)



\* Se reporter aux références mentionnées par le QR code ci-contre.

Le système Mako est conçu pour assister le chirurgien en fournissant des limites spatiales d'orientation définies par logiciel et des informations de référence relatives aux structures anatomiques pendant les procédures orthopédiques. L'utilisation du système Mako est indiquée dans le cadre des procédures de chirurgie du genou et de la hanche pouvant bénéficier d'une technique stéréotaxique, et lorsque des références relatives à des structures osseuses anatomiques rigides peuvent être identifiées par rapport à un modèle TDM de l'anatomie. Ces procédures incluent l'arthroplastie unicondyloire du genou et/ou l'arthroplastie fémoropatellaire du genou (PKA); l'arthroplastie totale du genou (TKA); et de l'arthroplastie totale de la hanche (THA).

Dispositif médical de classe IIa. CE2797. Fabricant légal : MAKO Surgical Corp.

Consultez la notice pour plus d'informations.

213957-04 Rev.AD 04/23 Copyright © 2024 Stryker.

2023-34663

# PRISE EN CHARGE DES LÉSIONS COMBINÉES DU LCA ET PLAN MÉDIAL

Thomas NERI<sup>1</sup>, Benjamin FREYCHET<sup>2</sup>

1. Service de chirurgie orthopédique, CHU Saint-Etienne, Saint-Etienne, France  
 2. Centre Orthopédique Santy, Centre Orthopédique, FIFA Medical Center of Excellence, Lyon. France

thomasneri@orange.fr

## INTRODUCTION

Les lésions du ligament croisé antérieur (LCA) et du plan médial du genou représentent une problématique fréquente dans les blessures sportives, notamment lors de traumatismes impliquant une rotation excessive ou un stress en valgus. Ces lésions combinées peuvent impliquer le LCA, le ligament collatéral médial (MCL), ainsi que d'autres structures du plan postéromédial comme le ligament oblique postérieur (POL). Ces lésions surviennent dans 20 à 40 % des cas de rupture du LCA, influençant le pronostic fonctionnel et les choix thérapeutiques [1]. Le traitement des lésions combinées est un défi en raison des conséquences potentielles sur la stabilité à long terme du genou, particulièrement en ce qui concerne les sports pivots et les activités à haute intensité. Une gestion inadéquate peut conduire à une instabilité chronique, un déclin des performances sportives, et à plus long terme à une arthrose précoce.

Malgré le fait que ces lésions combinées sont bien connues, la littérature est divergente et basée le plus souvent sur des petites séries [2]. De ce fait, il existe très peu de consensus sur la prise en charge.

Cet article est basé sur le symposium de la Société Française d'Arthroscopie (SFA) 2023 (N. Bouguennec, E. Cavaignac, T. Neri, B. Freychet, C. Herce, C. Lutz, C. Kajetanek, A. Hardy, M. Ollivier). Il a pour objectif de présenter une revue complète de l'anatomie et de la biomécanique du plan médial, des stratégies diagnostiques, des options thérapeutiques et des résultats postopératoires basés sur la série prospective de la SFA.

## ANATOMIE ET BIOMÉCANIQUE DU PLAN MÉDIAL

Le plan médial du genou est composé de trois couches distinctes, décrites par Warren & Marshall (Figure 1) qui agissent comme stabilisateurs primaires et secondaires du genou, en particulier lors des mouvements de valgus et de rotation.

### 1. Structures anatomiques principales

- **Couche superficielle** : Elle comprend le fascia, le sartorius et le rétinaculum patellaire (Figure 2).
- **Couche intermédiaire** : Elle inclut le LCM superficiel (sMCL), le semi-membraneux, le semi tendineux, le gracilis et le Ligament Postérieur Oblique (POL). Il s'insère sur l'épicondyle médial et se termine sur la partie proximale tibia, 6cm en dessous de l'interligne articulaire.

Layer 1	<b>Sartorius and fascia (patellar retinaculum)</b> gracilis, semitendinosus, and saphenous nerve run between layer 1 and 2
Layer 2	Semimembranosus, <b>superficial MCL</b> , MPFL, posterior oblique ligament
Layer 3	<b>Deep MCL</b> , capsule, coronary ligament

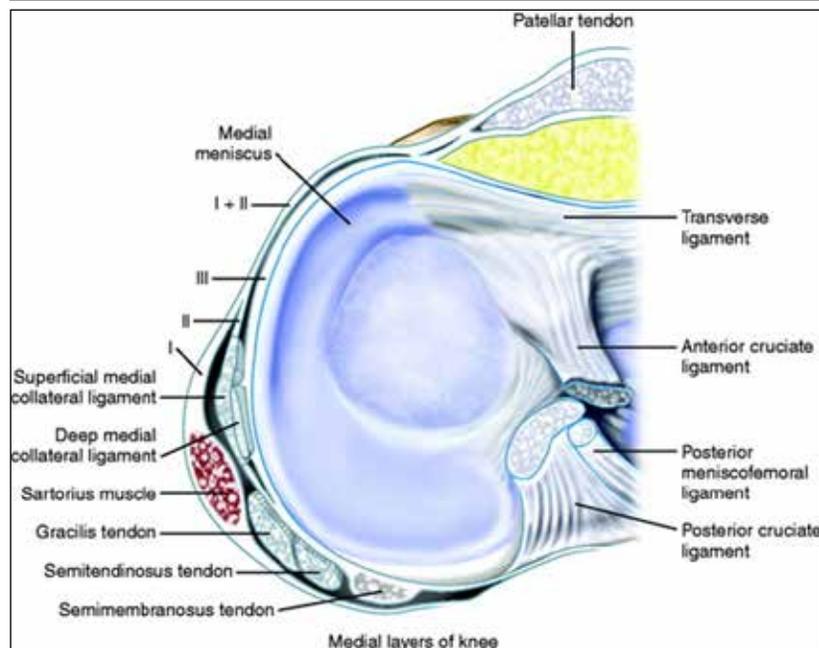


Figure 1 : Couches anatomiques du plan médial [3]

Source : 1 - *Medial and Anterior Knee Anatomy*, Editor(s): Frank R. Noyes, Sue D. Barber-Westin, *Noyes' Knee Disorders: Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes (Second Edition)*, Elsevier, 2017, Pages 2-22.



Figure 2 : Couche superficielle

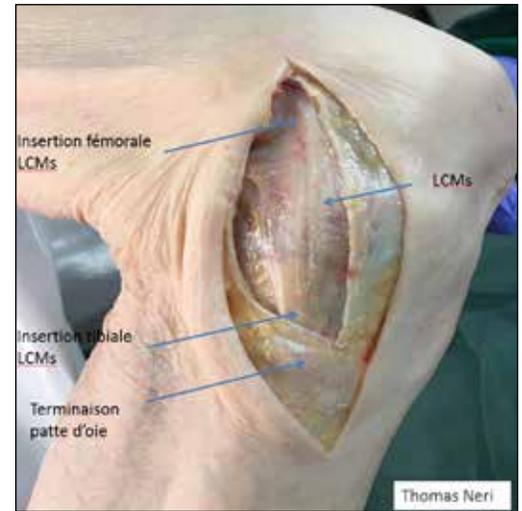


Figure 3 : Ligament collatéral médial superficiel (SMCL).

Son trajet est oblique en bas et en avant (Figure 3).

Le POL appartient au point d'angle postéro-médial, avec la capsule articulaire postéro-médial et le segment postérieur du ménisque médial. Son insertion fémorale est postérieure et distale au tubercule de l'adducteur. Il se termine au niveau du tendon semi membraneux (tendon dit réfléchi ou antérieur) (Figure 4).

- **Couche profonde** : Elle inclut le ligament collatéral médial profond (dMCL), la capsule articulaire et les ligaments ménisco-tibiaux (Figure 5). Le dMCL stabilise principalement les mouvements de translation antérieure et en valgus. Il se compose de deux unités : le ménisco-fémoral et le ménisco-tibial. On peut noter la proximité avec la capsule articulaire qui explique la symptomatologie des ruptures

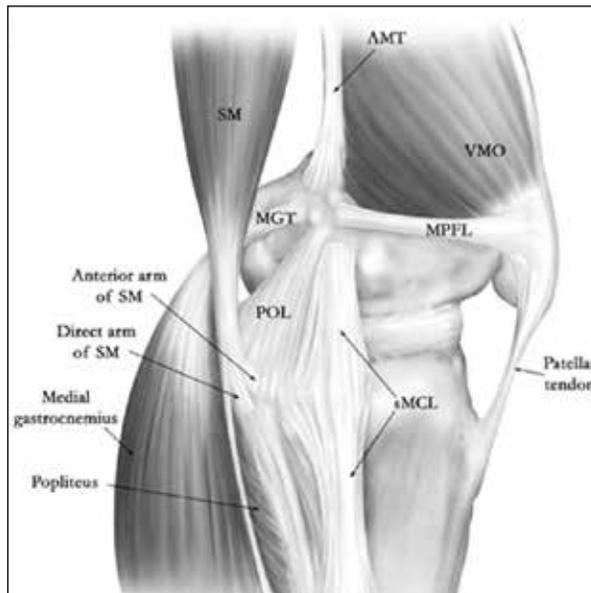


Figure 4 : Ligament Postérieur Oblique (POL). [4]  
Source : Coobs BR, Wijdicks CA, Armitage BM, Spiridonov SI, Westerhaus BD, Johansen S, Engbretsen L, LaPrade RF. An in vitro analysis of an anatomical medial knee reconstruction. *Am J Sports Med.* 2010;38:339-347

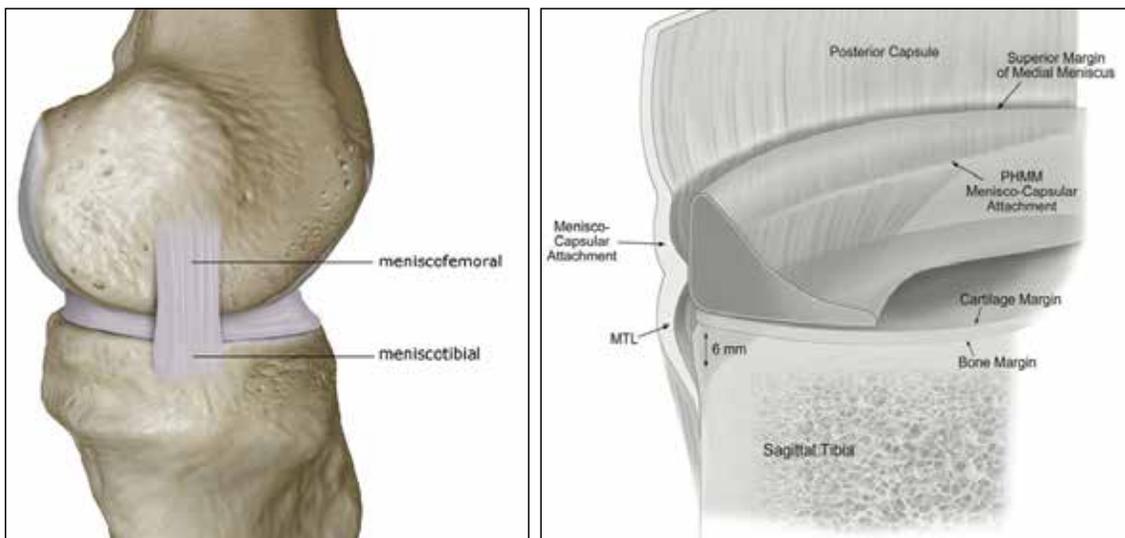


Figure 5 : Ligament collatéral médial profond (dMCL) [5]  
Source: *Quantitative and Qualitative Assessment of the Posterior Medial Meniscus Anatomy Defining Meniscal Ramp Lesions* Nicholas N. DePhillipo, \*y MS, ATC, OTC, Gilbert Moatshe, yz§ MD, PhD, Jorge Chahla, z MD, PhD, Zach S. Aman, z BA, Hunter W. Storaci, z MSc, Elizabeth R. Morris, z BA, Colin M. Robbins, z BA, Lars Engbretsen, § MD, PhD, and Robert F. LaPrade, \*k MD, PhD

du dMCL avec le risque de raideur articulaire en flexion.

## 2. Biomécanique du plan médial

D'un point de vue biomécanique, trois fonctions doivent être étudiées : le Valgus, la Rotation et la Translation.

• **Valgus** : Les structures du plan médial et postéro-médiales sont responsables de la stabilité en valgus à différentes phases de flexion-extension. À 30° de flexion, le sMCL et le dMCL contrôlent le valgus, avec une participation plus importante du sMCL (80%) [6]. En extension complète, la stabilité en valgus est principalement contrôlée par le POL. Les tendons ischio-jambiers médiaux dit de la patte d'oie sont également des stabilisateurs secondaires du valgus [6].

• **Rotation** : Les études biomécaniques récentes ont clarifié le rôle des stabilisateurs des structures médiales dans la limitation de l'instabilité rotatoire antéro-médiale (AMRI) du genou. Il a été démontré que le sMCL et le dMCL jouent un rôle important en tant que frein à l'AMRI. Cliniquement, une lésion concomitante du LCA et du dMCL, ou des deux ligaments collatéraux médiaux (sMCL et dMCL), peut entraîner une AMRI [7].

• **Translation tibiale** : Cette fonction secondaire est assurée par l'ensemble des structures médiales, avec une participation plus importante du dMCL.

grade 1 et seulement dans 85% des cas en cas d'atteinte LCA+MCL grade 2 ou 3.

• **Tests en valgus** : Le test en valgus à 30° permet d'isoler les lésions du sMCL. En extension, le test en valgus évalue le POL (ouverture < 8mm) puis le LCMs (> 8mm), puis le LCA

Le testing en valgus est classée selon l'AMA en 3 grades :

- ◊ Grade I: Douleur, pas de laxité en extension ou à 30°
- ◊ Grade II: Douleur, laxité à 30°, pas de laxité en extension (lésion MCL)
- ◊ Grade III: Douleur, laxité en extension et à 30° (lésion MCL et POL)

• **ADER test** : Pour évaluer l'AMRI, le test du tiroir antérieur direct en rotation externe à 15° doit être réalisé (TARE ou ADER test). Le genou est placé à 90° de flexion. La translation tibiale antérieure est majorée lorsque de la rotation externe est appliquée (comparativement à une rotation neutre). Cela signe une atteinte combinée du LCA et du LCM. Cette vidéo réalisée par Nicolas Bouguennec, vous permettra de comprendre ce test [7]

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/26350254231204385#media1>

Parfois une atteinte combinée du dMCL et du LCA sans atteinte du sMCL, n'entraîne pas systématiquement de laxité en valgus et peut donc être dépistée par ce test de translation-rotation externe.

## 2. Examens complémentaires

Les examens complémentaires sont cruciaux pour confirmer le diagnostic clinique et planifier une intervention chirurgicale si nécessaire.

• **Radiographies** : Les radiographies standards en charge (face, profil et fémoro-patellaire) sont les premières investigations réalisées. Elles permettent en aigü de détecter des lésions osseuses associées (fractures, avulsions) (Figure 6) ainsi qu'une tuméfaction des parties molles.

Dans un contexte chronique, Les radiographies de stress sont également utilisées pour mesurer l'ouverture de l'interligne articulaire sous stress en valgus (Figure 7). Elles doivent être bilatérales et comparatives. Une augmentation, en valgus sous contrainte à 30° de flexion, de plus de

## STRATÉGIE DIAGNOSTIQUE

### 1. Examen clinique

L'examen clinique est crucial pour déterminer l'étendue des lésions du plan médial et du LCA. Il doit être réalisé de façon bilatérale et comparative.

• **Test LCA** : Le testing du LCA est standard incluant une analyse du tiroir antérieur (test de Lachman à 30° et tiroir antérieur direct à 90°) et du test du ressaut (Pivot shift test). Parfois le ressaut peut être absent dans les atteintes combinées du LCA et du MCL. Dans la série du symposium SFA, le ressaut était positif dans 99% des cas en cas d'atteinte LCA+MCL



Figure 6 : Fracture de Stieda = avulsion osseuse fémorale



Figure 7 : Gauche : bâillement de 10 mm avec probable lésion du sMCL et du dMCL. Droite : bâillement de 18 mm avec probable lésion MCL+ POL

3 mm témoigne d'une lésion complète du sMCL, de 10 mm d'une lésion du sMCL et du dMCL, et de plus de 10 mm une lésion combinée du LCM et du POL souvent associée à une lésion d'un(des) ligament(s) croisé(s) [8].

À distance peut également être recherché le syndrome de Pellegrini-Stieda qui se traduit par une ossification de l'insertion fémorale du MCL sur les radiographies (Figure 7) associée à des douleurs chroniques (Figure 8). Le diagnostic différentiel principal est un dépôt de chondrocalcinose du récessus médial.

• **Échographie** : L'échographie musculo-squelettique est le plus souvent un examen de débrouillage qui permet d'évaluer de façon dynamique les structures ligamentaires médiales, notamment les lésions superficielles du sMCL (Figure 9). Elle retrouve dans ce cas un épaississement, hypoéchogène, associé à un hématome. Elle permet de différencier une rupture partielle d'une lésion complète. Il est intéressant de rechercher un effet Stener-like, correspondant à une incarceration du MCL dans l'interligne. Elle est peut également être utile pour visualiser les atteintes des tendons ischiojambiers médiaux. Enfin, l'échographie permet également de guider des infiltrations en cas de douleurs chroniques (type syndrome de Pellegrini-Stieda).

• **IRM** : L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est l'examen de référence pour évaluer les lésions du LCM et du POL. L'IRM permet de visualiser la localisation précise des lésions, leur gravité et la présence d'autres lésions intra-articulaires (LCA, LCP, cartilage, ménisques, os sous-chondral et capsule articulaire).

La classification est également en 3 grades (Figure 10) mais est différente de la classification clinique de l'AMA. Il n'existe pas de réelle corrélation entre les deux.

- ◇ Grade I : Hypersignal, Infiltration péri ligamentaire
- ◇ Grade II : Hypersignal intra ligamentaire, Épaississement, Rupture partielle des fibres
- ◇ Grade III : Non visibilité d'une enthèse, interruption complète, aspect distendu du ligament, avulsion osseuse

Sur les coupes axiales, le point d'angle postéro-médial peut être visualisé, incluant : POL, Capsule articulaire postéro-médiale, segment postérieur du ménisque médial,



Figure 8 : Syndrome de Pellegrini-Stieda = ossification de l'insertion fémorale du MCL



Figure 9 : Image échographique d'une lésion du MCL

semi-membraneux. En cas de lésion, ces structures apparaissent en hyposignal quelles que soient les séquences (Figure 11) [9].

Enfin, l'IRM permet de rechercher un Effet Stener-like correspondant à l'incarcération du MCL dans les arrachements au tibia, qui peut se localiser sous les IJ, en intra articulaire ou sous le ménisque médial (Figure 12).

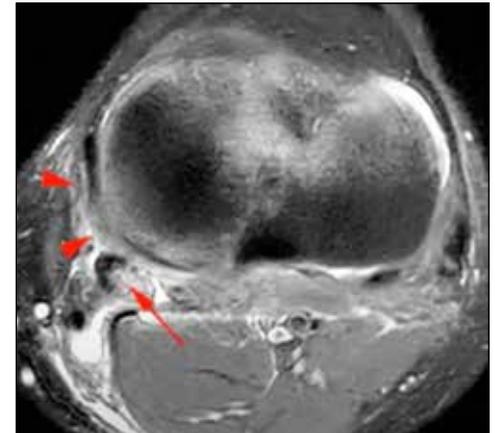


Figure 11 : Coupe axiale objectivant une lésion du POL et du semi-membraneux

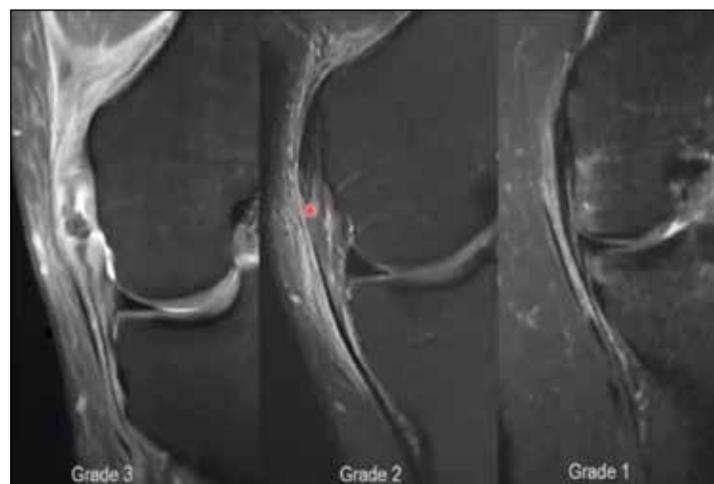


Figure 10 : 3 grades IRM d'une lésion du MCL

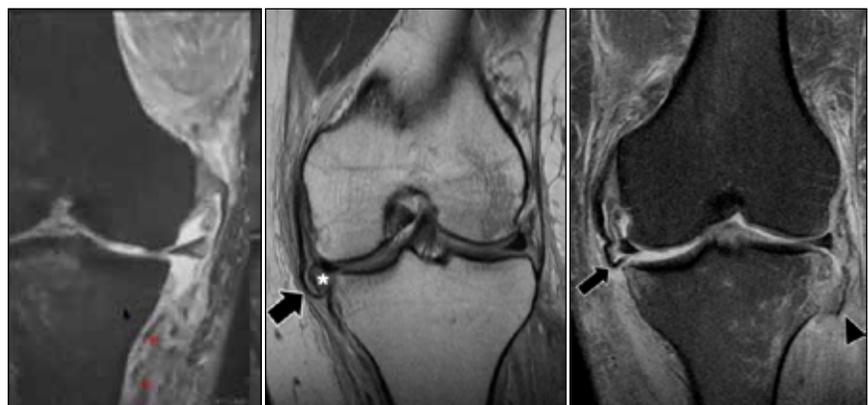


Figure 12 : Effet stener-like du MCL

## TRAITEMENT

### 1. Indications

Il n'existe aucun consensus à ce sujet. Néanmoins il se dégage des tendances qui nous permettent de proposer des algorithmes thérapeutiques pour ces lésions combinées LCA et LCM, différenciant les situations aiguës (Figure 13) et chroniques (Figure 14).

Schématiquement, les indications de traitement dépendent du grade :

- **Grade 1** : douleur sans laxité médiale : pas de traitement chirurgical du LCM

- **Grade 2** : laxité médiale à 30° sans laxité en extension :

si chirurgie LCA différée (raideur, etc,...) : traitement fonctionnel du LCM

si chirurgie LCA rapide (si sportif haut niveau, lésion distale du LCM et incarceration du LCM) : traitement chirurgical du LCM (réparation)

- **Grade 3** : laxité médiale à 30° et laxité en extension : traitement chirurgical du LCM (réparation et/ou reconstruction)

Il n'existe aucun consensus sur le traitement fonctionnel du LCA dans les grades 2. Il faut éviter une immobilisation stricte et une restriction de l'appui (risques de raideur, d'AMI...). Il faut préférer une attelle articulée à garder entre 3 et 6 semaines. L'appui pourra être autorisé.

### 2. Modalités chirurgicales

#### 2.1 Impératifs anatomiques

Afin de restaurer des cinématiques de genou intact, la chirurgie de reconstruction doit respecter des impératifs.

- **Pour le sMCL** : l'insertion tibiale doit être 6 cm sous l'interligne articulaire et postérieure à la patte d'oie. La greffe doit être tendue et fixée à 30° flexion.

- **Pour le dMCL** : le tunnel fémoral doit être distal (6 mm) et postérieur (5 mm) à l'épicondyle médial. Le tunnel tibial est à 8 mm sous l'interligne. La greffe doit être tendue et fixée à 30° flexion.

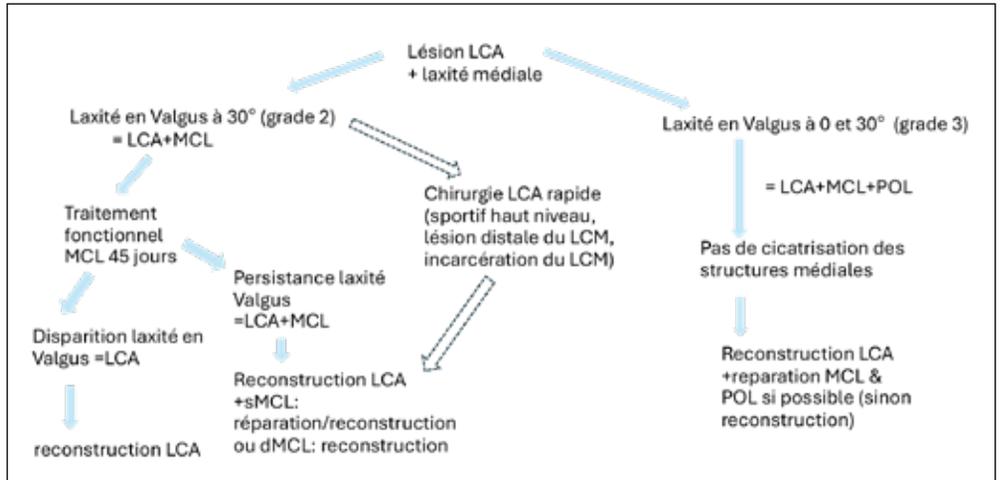


Figure 13 : algorithme de prise en charge des lésions aiguës du plan médial et du LCA

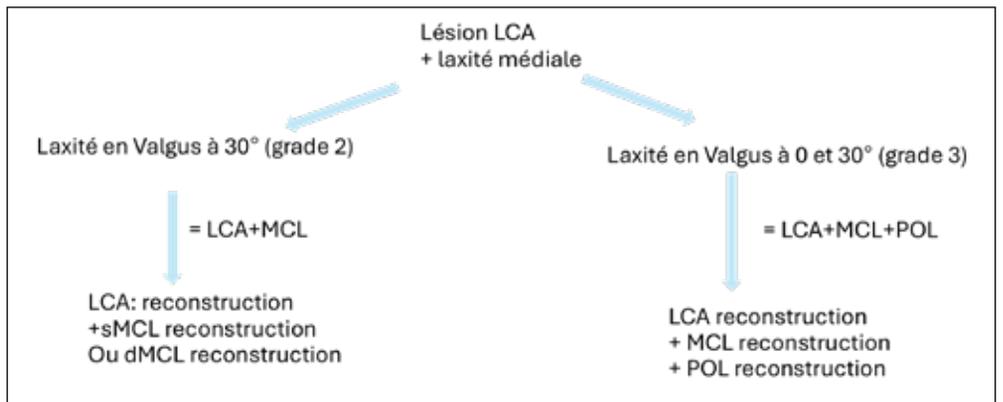


Figure 14 : Algorithme de prise en charge des lésions chroniques du plan médial et du LCA

- **Pour le POL** : l'insertion fémorale doit être postérieure à l'épicondyle fémoral médial. L'insertion tibiale est sur le tendon réfléchi du semi membraneux. La greffe doit être tendue et fixée à 0° de flexion.

#### 2.2 Impératifs biomécaniques

Afin de respecter les impératifs biomécaniques, il est important de tester le comportement des greffes (vérification du bon positionnement) et de fixer les greffes dans les bonnes positions (Figure 15).

#### 2.3 Techniques chirurgicales

Parmi les multiples techniques de reconstruction du plan médial existantes, certaines nous paraissent plus intéressantes :

- **Reconstruction isolée anatomique du sMCL** (Figure 16) : cette technique peut être réalisée selon 1 technique en percu-

tané avec 1 incision en regard de l'épicondyle médial et une incision en regard de la patte d'oie permettant de réaliser le tunnel tibia du sMCL et celui du LCA.

- **Reconstruction isolée du dMCL** (Figure 17) : selon la technique de « mirror ALL » (ou inverse du LAL) décrite par l'équipe de la clinique du sport de Bordeaux [10].

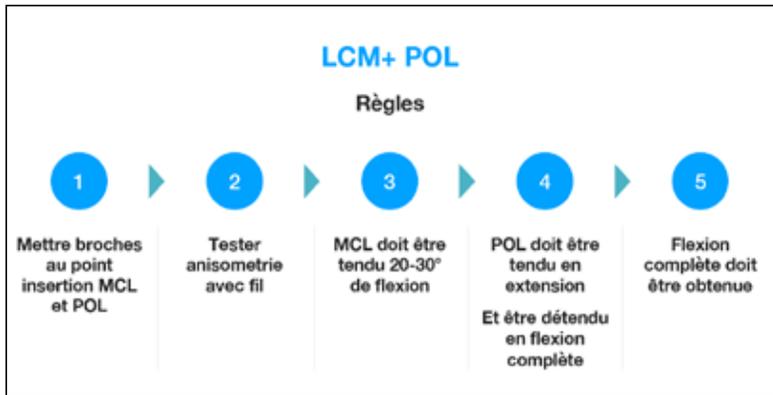


Figure 15 : Séquence chirurgicale permettant de respecter les impératifs biomécaniques

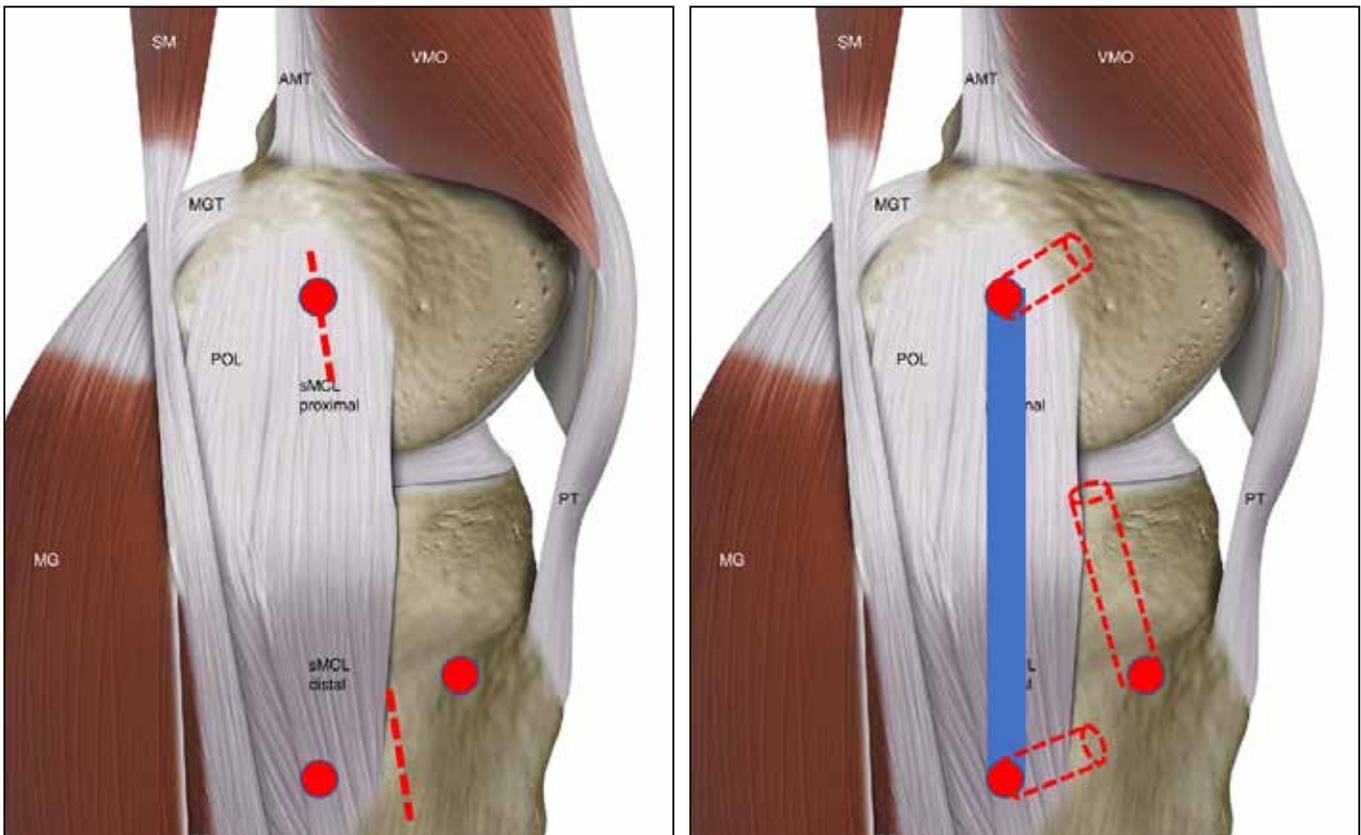


Figure 16 : Technique de reconstruction percutanée anatomique du sMCL

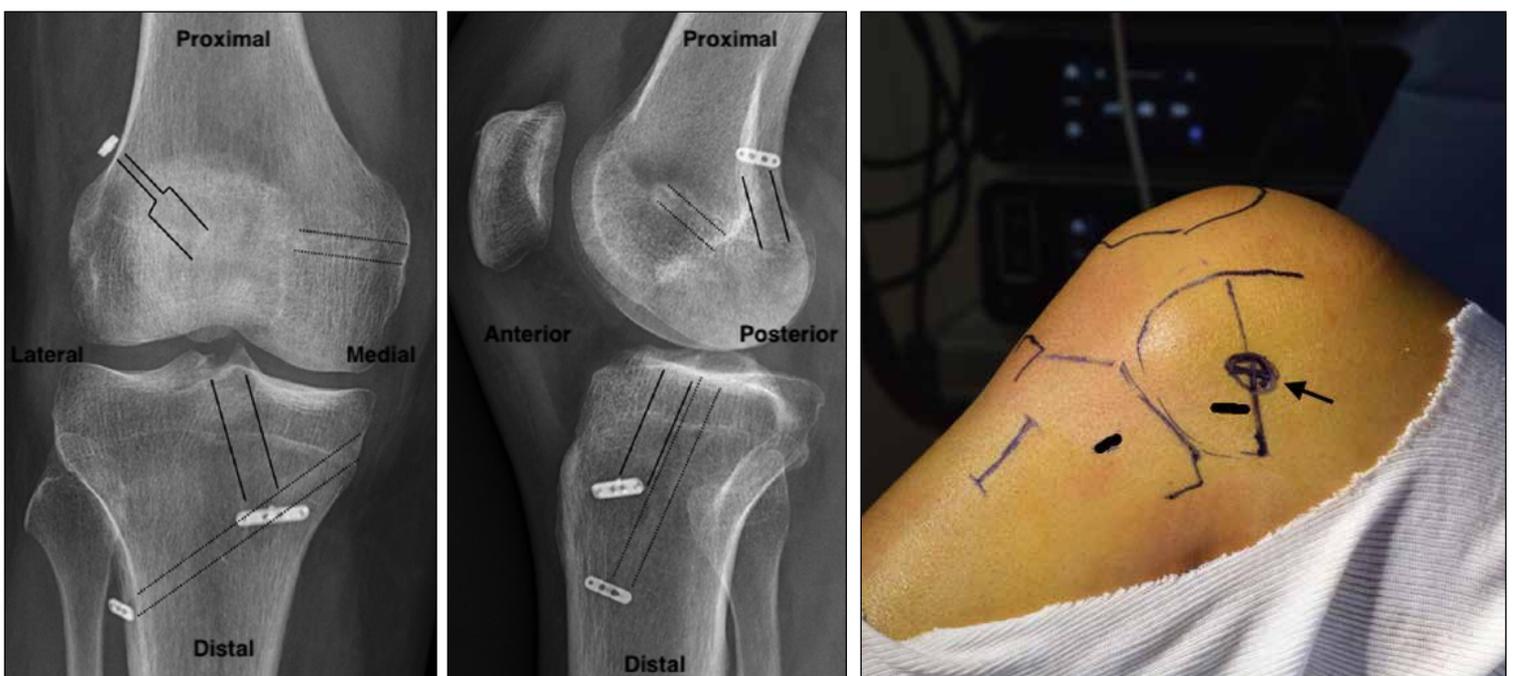


Figure 17 : Technique de reconstruction isolée du dMCL dite « ALL mirror » (courtesy N Graveleau et N Bouguennec)

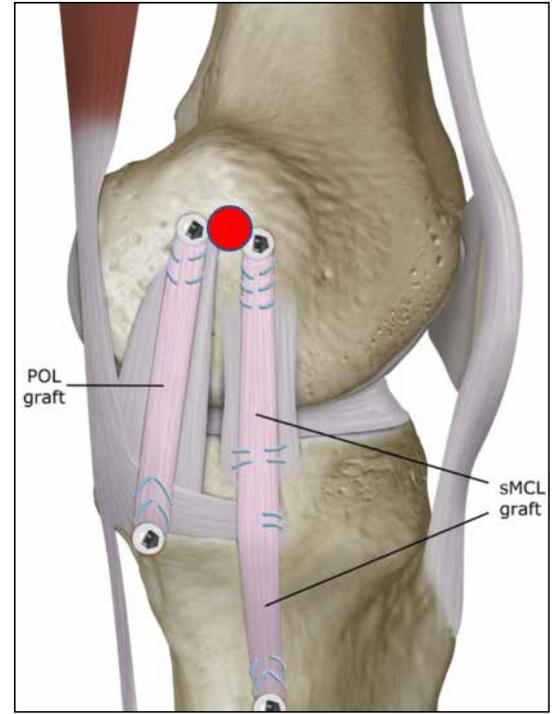
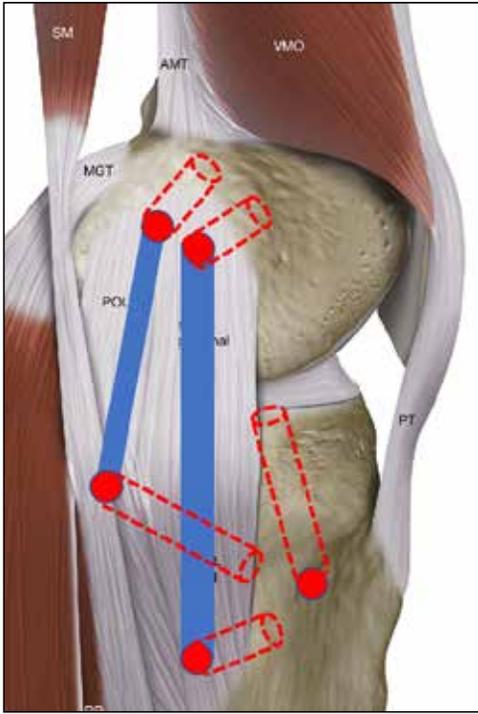


Figure 18 : Technique de reconstruction anatomique et percutanée du sMCL et du POL

Figure 19 : Technique de reconstruction non anatomique du sMCL et du POL.

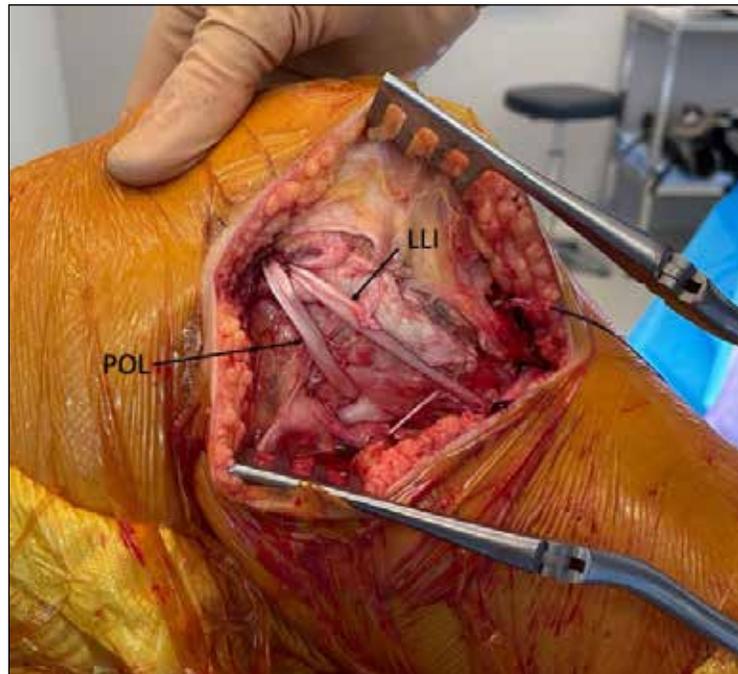
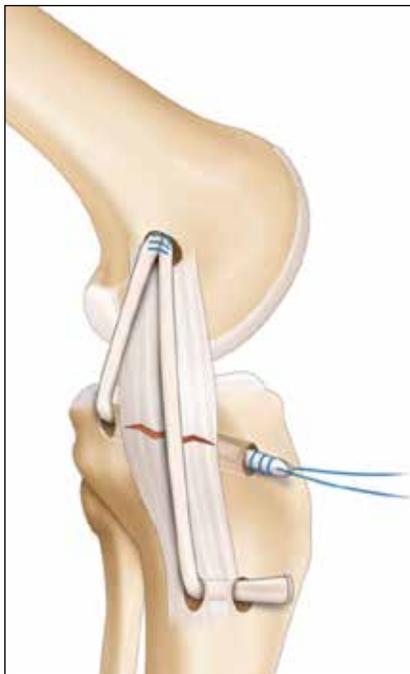


Figure 20 : Technique de reconstruction non anatomique du sMCL et du POL. (courtesy E Cavaignac)

• **Reconstruction anatomique du MCL et du POL** (Figure 18) : dans cette technique décrite initialement par Laprade, il est réalisé 2 greffes, le sMCL et le POL, indépendantes avec 2 tunnels tibiaux et 2 tunnels fémoraux. Désormais cette technique peut être réalisée en percutané. Il est préférable de réaliser un tunnel tibial antéro-postérieur pour le POL pour éviter les conflits avec le tunnel tibial du LCA [4].

• **Reconstruction non anatomique du sMCL et du POL** (Figure 19) : dans certains cas (petite taille, LCP associé), il est difficile de réaliser 2 tunnels fémoraux

car il existe des risques de collision importants. Dans ce cas de figure, 1 tunnel fémoral, commun aux 2 greffes, peut être réalisé. Ce dernier devra être postérieur à l'épicondyle fémoral médial.

• **Reconstruction non anatomique du sMCL et du POL** (Figure 20) : dans cette technique décrite par Lind, un tendon ischiojambier médial est détourné : postérieur sur le tibia puis fixé dans le fémur et ensuite redescendu dans le tibia pour constituer le POL.

## 2.4 Choix de greffe

De nombreuses options sont possibles. Pour le LCA, la greffe habituelle peut être utilisée. Nous avons démontré dans une étude biomécanique que les ischiojambiers médiaux étaient des stabilisateurs secondaires du valgus. Néanmoins si la stabilité médiale est corrigée, leur utilisation est possible. En d'autres termes, le gracilis et semi-tendineux ne peuvent être utilisés que si le MCL est réparé ou reconstruit. Si ce n'est pas le cas, il est préférable d'utiliser une autre greffe pour le LCA.

Pour le plan médial, les allogreffes sont de plus en plus utilisées. Les tendons type jambier (postérieur ou antérieur) sont des allogreffes très adaptées. Si l'option d'une autogreffe est choisie, la technique de Lind modifié permet avec un ischiojambier de reconstruire le MCL et le POL.

### 3. Suites postopératoires

Concernant les modalités, aucun consensus existe. De notre expérience et d'après les résultats de la série prospective multicentrique de la SFA, une mobilisation du genou peut être réalisée immédiatement. Un appui complet peut être autorisé. Le fait de ne pas utiliser d'attelle semble donner de meilleurs résultats fonctionnels sans pour autant augmenter les taux de re-rupture. Dans certaines situations jugées plus à risques, une attelle articulée peut être prescrite mais en limitant la durée à 6 semaines maximum. L'attelle en extension doit être évitée. L'objectif est de limiter au maximum le risque de raideur en flexion, qui est la complication la plus fréquente de ces chirurgies combinées du LCA et du plan médial.

## RÉSULTATS ET COMPLICATIONS

Les résultats des séries prospectives de la Société Française d'Arthroscopie (SFA) 2023 ont permis d'évaluer l'efficacité des reconstructions combinées du LCA et du plan médial sur une cohorte importante de patients.

### 1. Résultats

Dans l'étude de la SFA, 722 patients ont été inclus, avec un recul moyen de 18 mois. Parmi eux, 408 patients présentaient des lésions combinées du LCA et du LCM, tandis que 314 avaient des lésions isolées du LCA. Étaient évalués les taux de re-ruptures et ré-opérations, les scores fonctionnels (IKDC, Tegner, et SKV) et le délai de reprise du sport. Les 2 groupes étaient comparables sauf pour les lésions méniscales qui étaient plus fréquentes dans le groupe LCA+MCL et qui pouvaient influencer négativement les scores fonctionnels de ce groupe.

- Re-rupture : pas d'influence d'une lésion du MCL
- Re-opération : plus important dans le groupe LCA+MCL grade 2-3 (cyclop et raideur, pouvant correspondre à un effet de l'immobilisation
- Résultats fonctionnels : moins bons dans le groupe LCA+MCL, surtout si les patients étaient opérés (explicable car il s'agissait de patients avec des lésions plus graves).
- Reprise du sport : meilleur délai si prise en charge rapide

### 2. Complications

La complication principale retrouvée est la raideur articulaire en flexion, généralement due à une rééducation insuffisante ou à une protection excessive de l'articulation dans les premières semaines.

## CONCLUSION

Les lésions combinées du LCA et du plan médial nécessitent une prise en charge personnalisée. La compréhension de l'anatomie et de la biomécanique est indispensable pour la prise en charge de ces lésions. Le diagnostic et la stratégie thérapeutique reposent sur l'examen clinique (3 grades) et l'IRM (coupes frontales et axiales). Pour les patients avec un grade 1 (douleur sans laxité), aucune immobilisation et aucun geste chirurgical ne sont nécessaires. Seul le LCA sera reconstruit. Les laxités en valgus en flexion (grade 2 = atteinte du MCL) doivent être différencier des laxités en extension (Grade 3 = MCL+POL). Pour les grades 2 et 3, les résultats de la série prospective montrent qu'une réparation ou une reconstruction appropriée et si possible précoce, associée à un protocole de rééducation adapté (avec appui et avec peu/pas d'immobilisation), permet une récupération fonctionnelle optimale dans la majorité des cas. ■

### Bibliographie

1. Willinger L, Balendra G, Pai V, Lee J, Mitchell A, Jones M, et al. High incidence of superficial and deep medial collateral ligament injuries in « isolated » anterior cruciate ligament ruptures: a long overlooked injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* janv 2022;30(1):167-75.
2. Blaber OK, DeFoor MT, Aman ZA, McDermott ER, DePhillipo NN, Dickens JF, et al. Lack of Consensus on the Management of Medial Collateral Ligament Tears in the Setting of Concomitant Anterior Cruciate Ligament Injury: A Critical Analysis. *JBJS Rev.* 1 juin 2024;12(6).
3. The Noyes Knee Institute [Internet]. [cité 11 sept 2024]. Orthopaedic Textbooks. Disponible sur: <http://noyeskneeinstitute.com/why-nki/about-dr-noyes/orthopaedic-textbooks/>
4. Coobs BR, Wijdicks CA, Armitage BM, Spirdonov SI, Westerhaus BD, Johansen S, et al. An in vitro analysis of an anatomical medial knee reconstruction. *Am J Sports Med.* févr 2010;38(2):339-47.
5. DePhillipo NN, Moatshe G, Chahla J, Aman ZS, Storaci HW, Morris ER, et al. Quantitative and Qualitative Assessment of the Posterior Medial Meniscus Anatomy: Defining Meniscal Ramp Lesions. *Am J Sports Med.* févr 2019;47(2):372-8.
6. Vermorel PH, Testa R, Klasan A, Putnis SE, Philippot R, Sonnery-Cottet B, et al. Contribution of the Medial Hamstrings to Valgus Stability of the Knee. *Orthop J Sports Med.* oct 2023;11(10):23259671231202767.
7. Bouguennec N, Marty-Diloy T, Colombet P, Graveleau N, Robinson J. A New Algorithm to Treat Chronic Combined ACL/MCL Injuries: Let's Come Back to the "Rotatory Instability Test". *Video Journal of Sports Medicine.* 1 sept 2023;3(5):26350254231204385.
8. Laprade RF, Bernhardson AS, Griffith CJ, Macalena JA, Wijdicks CA. Correlation of valgus stress radiographs with medial knee ligament injuries: an in vitro biomechanical study. *Am J Sports Med.* févr 2010;38(2):330-8.
9. Fusco S, Albano D, Gitto S, Serpi F, Messina C, Sconfienza LM. Posteromedial Corner Injuries of the Knee: Imaging Findings. *Semin Musculoskelet Radiol.* juin 2024;28(3):318-26.
10. Daxhelet J, Bouguennec N, Graveleau N. The Mirror Anterolateral Ligament: A Simple Technique to Reconstruct the Deep Medial Collateral Ligament Using the Gracilis Associated With a Four-Strand Semitendinosus for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc Tech.* août 2022;11(8):e1419-24.

# PLACE DES REGISTRES EN ORTHOPÉDIE : EXPÉRIENCE DU SFA DATALAKE

**Maxime RARCHAERT<sup>1</sup>, Antoine VINCENT<sup>2</sup>, Bilyana GEORGIEVA, Thais DUTRA VIEIRA<sup>2</sup>,  
Mathieu THAUNAT<sup>2</sup> et la SFA**

1. Service de chirurgie orthopédique et de médecine du sport - Hôpital de la croix-rousse - Hospices civils de Lyon
2. Centre Orthopédique Santy, Centre Orthopédique, FIFA Medical Center of Excellence, Lyon. France

## INTRODUCTION

Les registres nationaux sont utilisés depuis de nombreuses années dans de multiples spécialités médicales, notamment dans les pays scandinaves, dans le but d'améliorer les systèmes de santé de ces pays. En orthopédie, c'est devant les résultats décevants de certaines prothèses de hanche qu'en 1979 la Suède décide de créer le Nationwide Arthroplasty Register (NAR) [1].

Par la suite, plusieurs registres européens consacrés à la chirurgie du ligament croisé antérieur (LCA) furent créés dans le but de pouvoir collecter des données sur les caractéristiques des patients, les mécanismes de la blessure, les facteurs chirurgicaux et les mesures de résultats [2-7]. À l'heure actuelle, les registres scandinaves inscrivent plus de 7000 nouveaux patients chaque année, représentant une importante base de données, qui a pour but d'améliorer les standards de santé, et de généraliser les bonnes pratiques, en analysant les résultats à long terme ainsi que le taux de révision, tout en minimisant les coûts engendrés par les reprises chirurgicales.

En France et dans les pays francophones, le manque d'information concernant le nombre de procédures, les résultats fonctionnels et le taux de complications des patients atteints de pathologies prises en charge par les chirurgiens orthopédistes a longtemps rendu impossible l'évaluation des résultats de chaque technique, de chaque dispositif de façon objective, et de détecter les mauvais résultats précocement.

C'est dans ce contexte que le SFA DataLake a été créé. Il s'agit de la plateforme des registres appartenant à la Société Francophone d'Arthroscopie (SFA) conçue pour

collecter et stocker les données de résultats relatifs à la chirurgie orthopédique arthroscopique ou à la chirurgie articulaire conservatrice dans les pays francophones. Il s'agit d'un registre de qualité répondant à la définition de Metka Zaletel et Marcel Kralj : « système organisé qui collecte, analyse, et diffuse les données et informations sur un groupe de personnes défini par une maladie particulière, une pathologie, une exposition, ou une procédure, et qui sert une cause scientifique, clinique et/ou de santé publique prédéterminée » [8]. Cette plateforme a pour particularité d'être un outil gratuit pour les membres de la SFA, basée sur le volontariat, dont la SFA est propriétaire et à l'origine du logiciel qui collecte les données conformément aux exigences RGPD et CNIL [9]. L'objectif du SFA DataLake est de pouvoir mieux décrire l'état actuel des pathologies et de leur traitement, de pouvoir analyser les résultats cliniques associés à court, moyen et long terme ou encore de pouvoir identifier rapidement des facteurs influençant le bon rétablissement des patients.

## REGISTRE LCA

Il s'agit du premier registre issu du SFA DataLake inauguré en décembre 2021 [10,11].

En France, la rupture du ligament croisé antérieur (LCA) demeure une problématique médicale prédominante avec une incidence estimée à près de 100 000 cas par an et environ 40 000 interventions chirurgicales annuelles [12]. Elle représente donc un enjeu majeur en matière de santé publique, tant du point de vue clinique qu'économique.

Ce registre poursuit plusieurs objectifs primordiaux : assurer un suivi prospectif à long terme des patients ayant subi une

chirurgie du LCA, décrire en détail la population concernée, les lésions associées, les techniques chirurgicales employées, ainsi que les résultats postopératoires à court, moyen et long terme. À travers l'analyse de ces données, il sera possible d'améliorer les suites opératoires, de détecter les procédures et les implants présentant un taux d'échec ou de complication élevé, d'identifier les facteurs pronostiques liés à des résultats cliniques ou fonctionnels favorables ou défavorables, et enfin, de formuler des recommandations quant au traitement le plus adapté en fonction du profil du patient et de la nature de la lésion.

L'une des forces majeures de ce registre repose sur son interface se voulant évolutive et ergonomique. Conçue pour être d'une grande accessibilité, elle répond à l'ambition d'atteindre le plus grand nombre de praticiens possible tout en étant peu chronophage. La facilité d'utilisation et la rapidité d'inscription des données permettent ainsi une collecte optimale et représentative des interventions réalisées sur le territoire.

## DONNÉES PRÉLIMINAIRES

Cet article vise à exposer certaines données recueillies depuis la création du registre en 2021 jusqu'au mois de juin 2023. Il se veut synthétique et offre un éclairage sur les pratiques, les tendances et les résultats des reconstructions du LCA en France.

### 1. Centres

Entre juin 2021 et juin 2023, 5271 patients étaient inclus dans le registre. Vingt-six villes Françaises étaient représentées et environ 50 chirurgiens participaient au recueil de données (Figure 1).

## 2. Technique chirurgicale

La reconstruction apparaissait très majoritaire (Figure 2). La greffe aux ischio-jambiers était prépondérante dans 95% des cas, suivie par la greffe au tendon patellaire (Figure 3).

## 3. Fixation

Concernant les tunnels tibiaux et fémoraux, la technique out-in était utilisée dans la majorité des cas. Le moyen de fixation majoritaire était la vis au fémur et l'endobouton au tibia. (Figure 4 et 5).

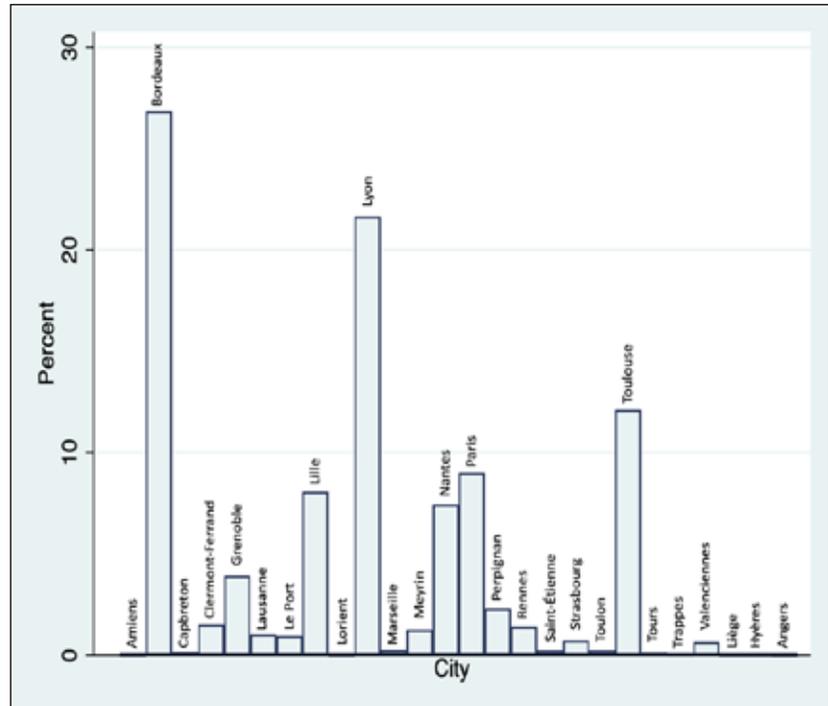


Figure 1 : Répartition du volume de chirurgie par ville

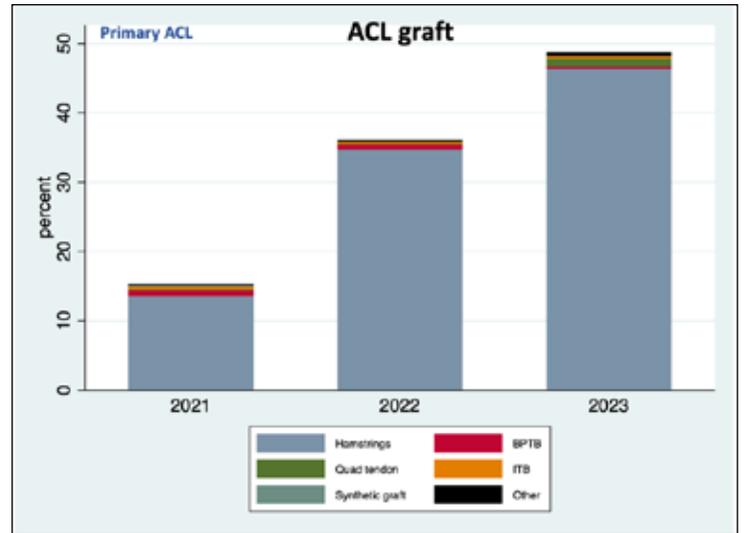
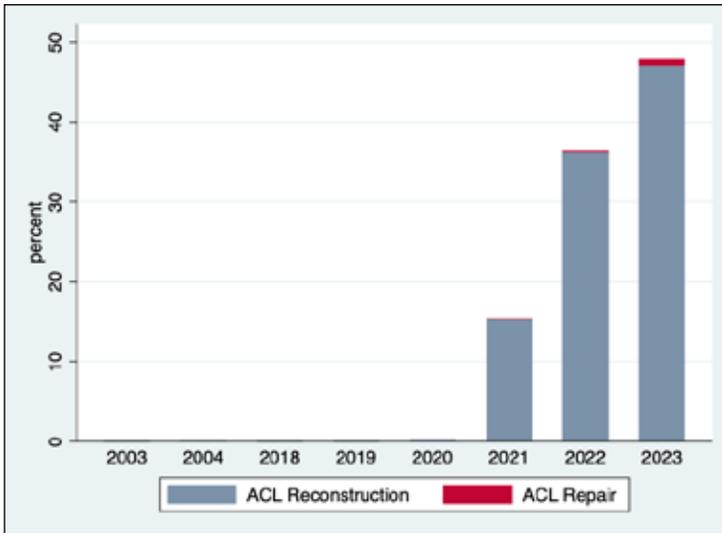
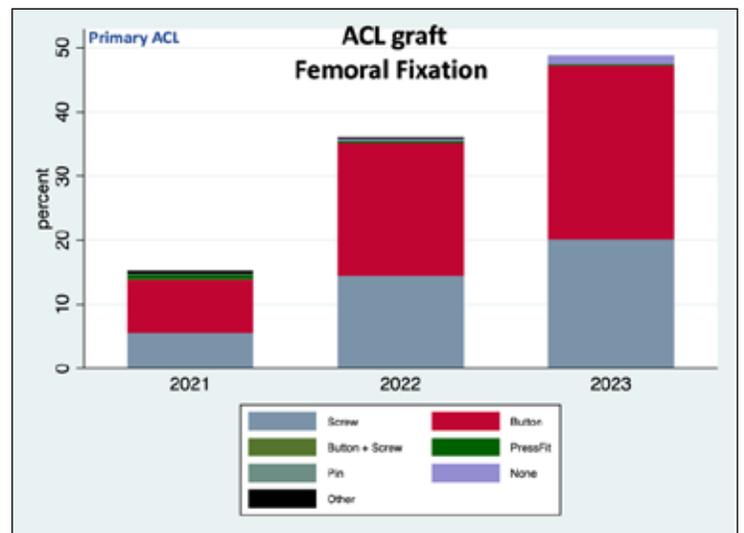
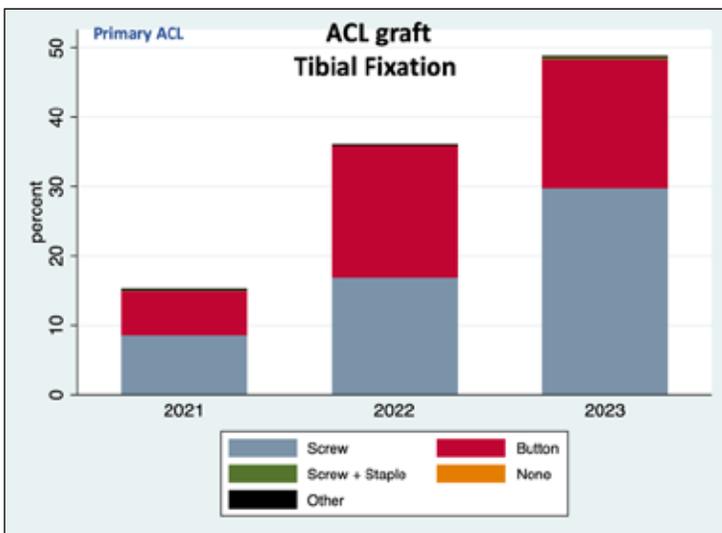


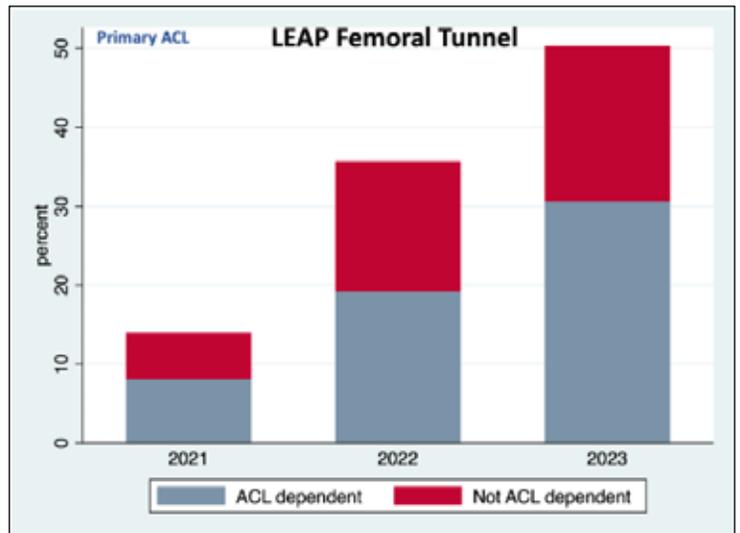
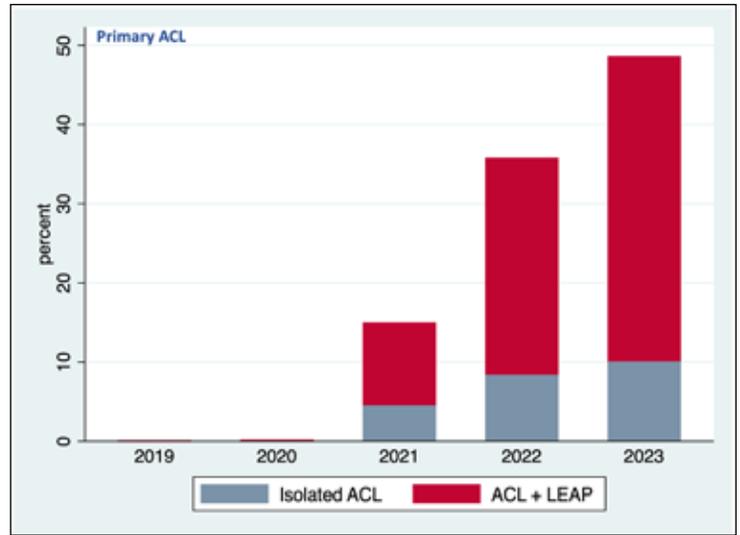
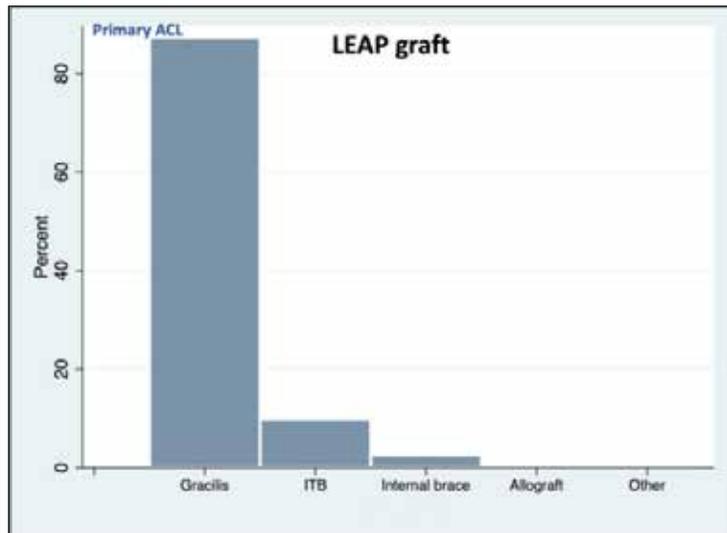
Figure 2 et 3 : Répartition des techniques chirurgicales et choix de la greffe



Figures 4 et 5 : Types de fixation tibiale et fémorale

#### 4. Ténodèse latérale:

76,5% (n=4019) des patients avaient bénéficié d'une ténodèse latérale, majoritairement au tendon du Gracilis. Les procédures utilisaient un tunnel fémoral dépendant dans 54% (n=2170) des cas, indépendant dans 45% (n=1786) (Figure 6 à 8).



Figures 6 à 8 : Caractéristiques de la ténodèse latérale

#### 5. RAMP lésions du ménisque interne

Leur prévalence était de 15.3% (n=822). Les résultats de l'analyse multivariée sont détaillés dans la Figure 9 :

- **Sexe masculin** (OR [95% CI] = 1.66 [1.41-1.96], p < 0.0001),
- **Age < 20 ans** (<20 years vs ≥40 years, OR [95% CI] = 1.46 [1.29-1.59], p < 0.0001),
- **Révision** (OR [95% CI] = 2.40 [1.90-3.00], p < 0.0001),
- **Lateral meniscus injury** (OR [95% CI] = 1.74 [1.49-2.03], p < 0.0001),
- **Pourcentage de reliquat** (0% vs >70% OR [95% CI] = 2.29 [1.55-3.45]; <10% vs >70% OR [95% CI] = 2.36 [1.60-3.56]; 10 to 30% vs >70% OR [95% CI] = 1.94 [1.35-2.86]; 30 to 50% vs >70% OR [95% CI] = 1.70 [1.17-2.53]; 50 to 70% vs >70% OR [95% CI] = 1.62 [1.08-2.47]; all p < 0.0001),
- **Pivot shift** (grade I vs absent OR [95% CI] = 2.06 [1.12-4.20]; grade II vs absent OR [95% CI] = 2.28 [1.27-4.57]; grade III vs absent OR [95% CI] = 2.75

[1.49-5.62]; all p = 0.0103) as significant risk factors.

- **Lésion MCL** (OR [95% CI] = 0.50 [0.36-0.69], p < 0.0001).

#### 6. ROOT lésions du ménisque externe

Leur prévalence s'élevait à 7% (n=375). Les facteurs suivants s'étaient révélés significatifs dans l'analyse multivariée (Figure 10) :

- **Sexe Masculin** (OR: 1.637, 95% CI: 1.288-2.081, p<0.0001),
- **Revision** (OR: 1.723, 95% CI: 1.244-2.387, p=0.0011),
- **Reliquat** (0% vs >70%, <10% vs >70%, 10 to 30% vs >70%, 30 to 50% vs >70%, 50 to 70% vs >70%; p = 0.0031),
- **Ressaut** (0 vs 1, 0 vs 2, 0 vs 3; p = 0.0103).

#### 7. Reliquat

Un reliquat ≤ 30% était significativement associé à :

- Un âge plus jeune (<20 ans vs ≥30 et 20-30 ans vs ≥30, p 0,003),
- Un intervalle plus long entre la blessure et la chirurgie (≥12 mois vs < 3 mois, p < 0,001),
- Une laxité antérieure plus élevée (> 5mm vs 0-5mm, p<0.001),
- Une incidence significativement plus élevée de déchirure méniscale médiale (p < 0,001), de déchirure méniscale latérale (p < 0,001) et de lésions cartilagineuses (p= 0,0009).

L'analyse avec la courbe ROC n'était pas assez puissante pour discriminer une valeur seuil de délai avant chirurgie pour un reliquat > 70% (Figure 11).

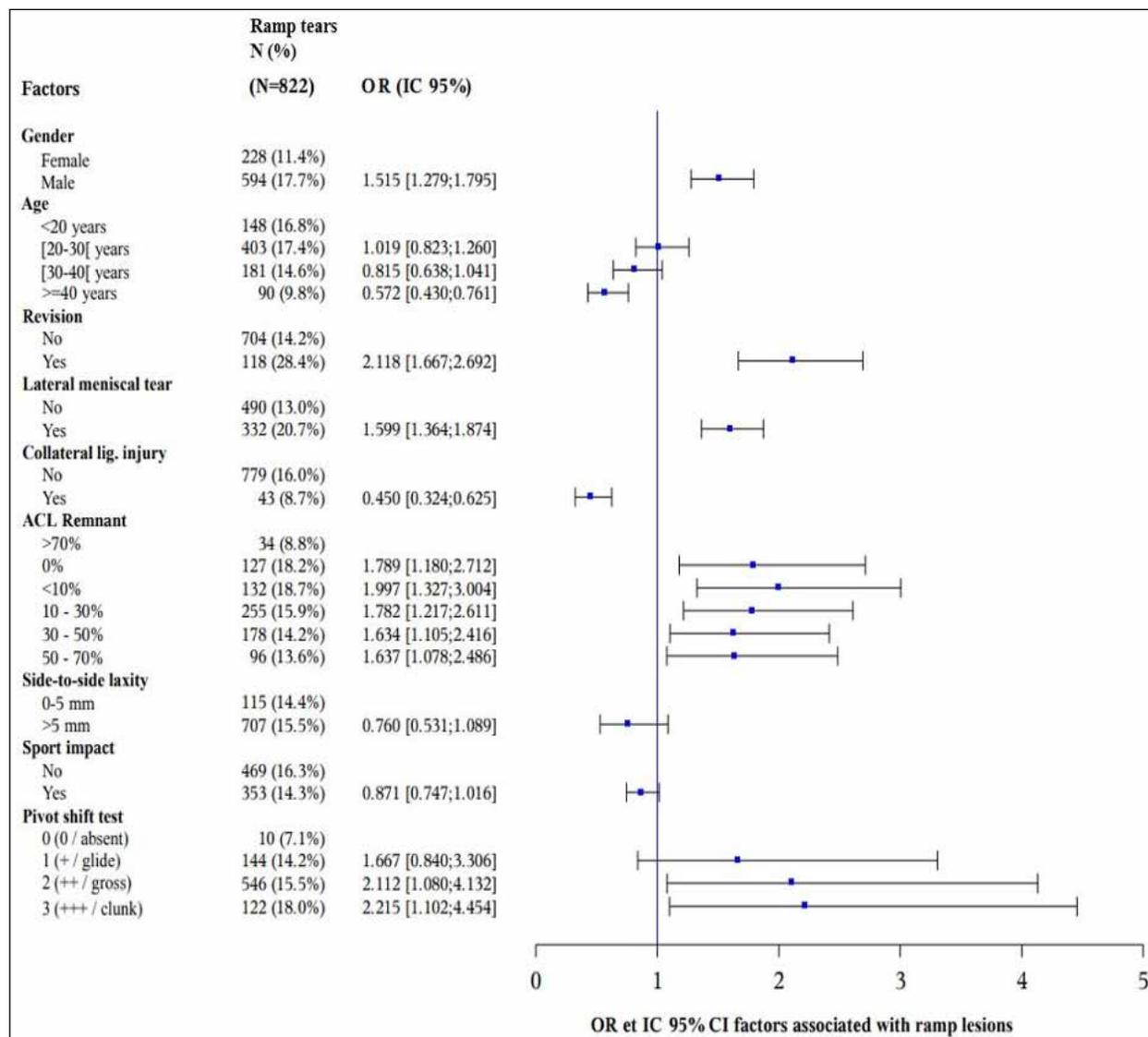


Figure 9 : Analyse multivariée des lésions du ménisque interne de type RAMP

## DISCUSSION

Bien qu'il existe différentes définitions d'un registre selon les pays, l'idée de registre évoque communément une procédure organisée, systématique et exhaustive de collecte de données sur le long terme pour un objectif prédéterminé comme la surveillance, l'amélioration de la qualité des soins, la mesure de l'incidence et de la prévalence ou encore la recherche. Les grandes quantités de données extraites de ces registres permettront d'utiliser de nouvelles méthodes statistiques comme le machine learning afin de mettre en évidence de nouveaux facteurs de risque et tenter de prédire l'évolution des patients [13]. Le premier rapport français concernant la chirurgie du ligament croisé antérieur est le témoin d'une volonté grandissante d'optimiser les pratiques chirurgicales liées à cette pathologie. L'objectif principal de ce registre du SFA DataLake est d'obtenir un état des

lieux de la pathologie, de son traitement et des résultats à long terme. Les objectifs à court terme sont nombreux : à la différence d'un registre de santé (géré par le gouvernement et se voulant exhaustif comme les registres scandinaves), il s'agit d'un registre de qualité basé sur le volontariat dont il conviendra de mettre en place des mesures incitatives afin d'augmenter l'adhésion des chirurgiens. Plusieurs pistes sont actuellement à l'étude, notamment la participation au registre qui pourrait être reconnue comme une action validante pour la procédure d'accréditation Orthorisq, ou une réduction sur les frais d'inscription des membres de la société francophone d'arthroscopie ou du congrès annuel. Mettre en avant l'implication des patients dans le processus est primordial, en soulignant son importance dans ce projet, afin qu'ils prennent conscience de leur contribution à l'amélioration de la prise en charge de leur pathologie. Lors des consultations, les professionnels de santé doivent informer et sensibiliser les patients sur l'importance

et la finalité du registre [14,15]. L'originalité du registre LCA du SFA DataLake réside dans l'inclusion d'items « originaux » non présents dans les autres registres mais qui pourraient permettre une meilleure compréhension de la pathologie du LCA et l'évaluation de techniques ou de lésions ne faisant actuellement pas consensus [16]. Ainsi, certains items ajoutés tel que la ténodèse latérale ont permis de mettre en lumière certaines spécificités francophones [17]. En effet, près de 80% des patients avaient bénéficié d'une ténodèse latérale sur la période étudiée. Ce résultat peut néanmoins être discuté du fait de la surreprésentation actuelle des centres de chirurgie ligamentaire à haut volume d'activité dans le registre.

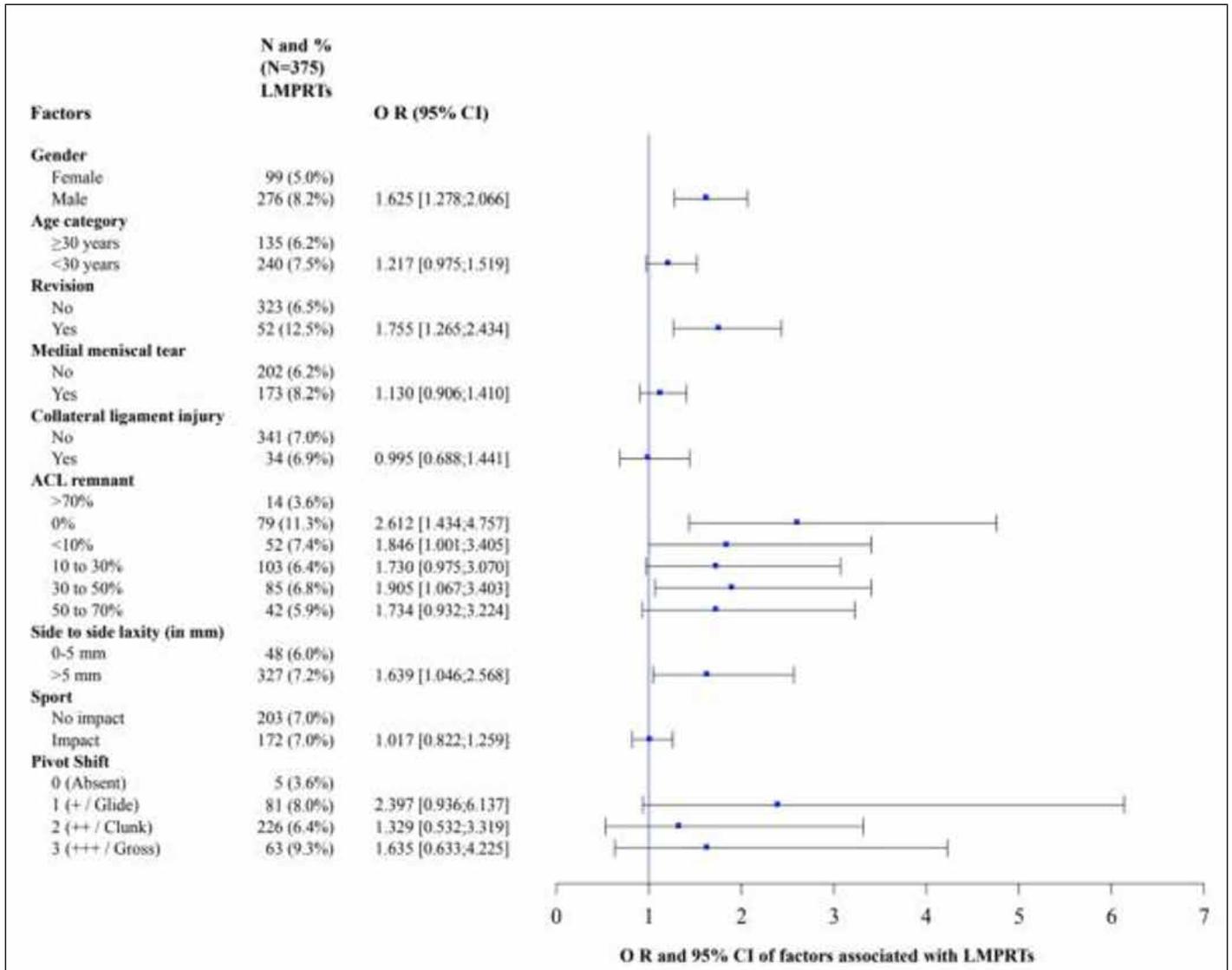


Figure 10 : Analyse multivariée des lésions de la racine postérieure du ménisque externe

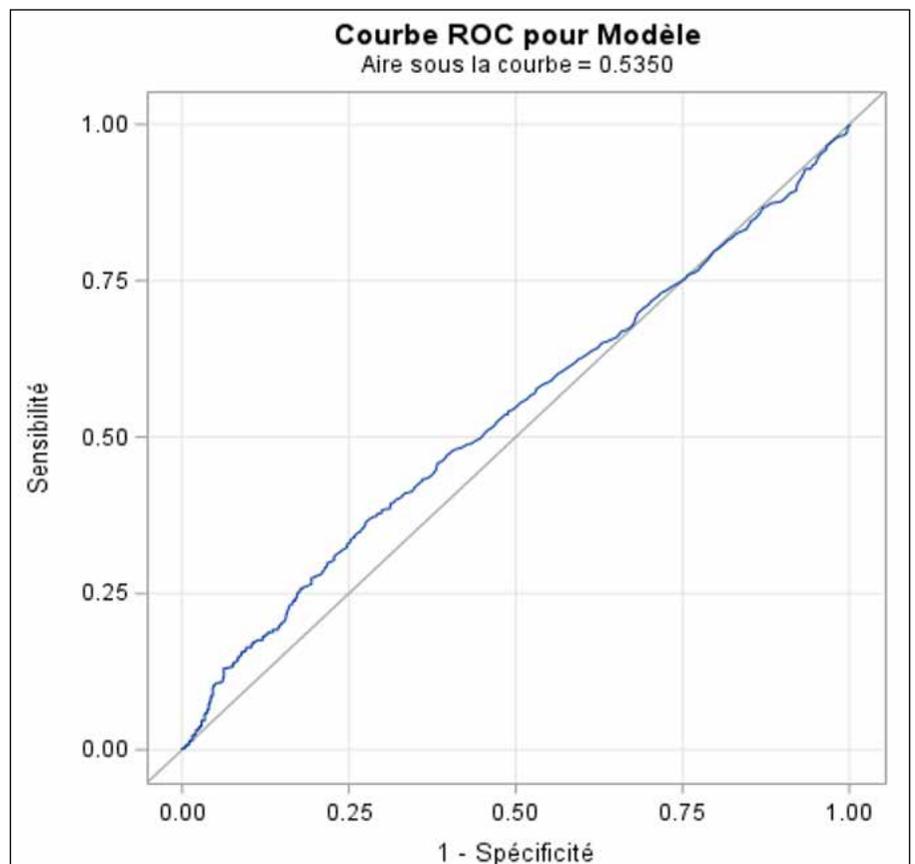


Figure 11 : Courbe ROC correspondant à une valeur seuil de délai avant chirurgie pour un reliquat > 70%

## CONCLUSION

Le SFA datalake est la plateforme de tous les registres dont la SFA contrôle l'accès aux données anonymisées. Il s'agit d'un formidable outil indépendant pour la recherche scientifique, ouvert et gratuit pour les membres de la SFA permettant de recueillir des données médicales de patients atteints de pathologies prises en charge par des médecins du sport ou des chirurgiens orthopédistes. Les données sont recueillies de manière prospective sur un support numérique sécurisé accessible depuis un ordinateur ou un smartphone. La collecte de données est axée sur les mesures de base de l'examen clinique, des données préopératoires et du suivi postopératoire basé sur l'envoi automatisé de questionnaires de qualité de vie remplis par le patient. Le registre consacré à la prise en charge chirurgicale des ruptures du ligament croisé antérieur créé en 2021, intègre tous les patients avec une atteinte du LCA que la prise en charge soit chirurgicale ou non. La cohorte de patients sera suivie sur le long terme (>10 ans) permettant d'obtenir un état des lieux de la pathologie, de son traitement et des résultats à long terme. ■

## Bibliographie

1. Knutson K, Lewold S, Robertsson O, Lidgren L. The Swedish knee arthroplasty register. A nation-wide study of 30,003 knees 1976-1992. *Acta Orthop Scand.* 1994 Aug;65(4):375-86. doi: 10.3109/17453679408995475. PMID: 7976280.
2. Boyer P, Villain B, Pelissier A, Loriaut P, Dalaudière B, Massin P, et al. Les registres de reconstructions du ligament croisé antérieur: états des lieux. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* déc 2014;100(8):633-8.
3. Ahldén M, Samuelsson K, Sernert N, Forssblad M, Karlsson J, Kartus J. The Swedish National Anterior Cruciate Ligament Register: A Report on Baseline Variables and Outcomes of Surgery for Almost 18,000 Patients. *Am J Sports Med.* oct 2012;40(10):2230-5.
4. Granan LP, Bahr R, Steindal K, Furnes O, Engebretsen L. Development of a National Cruciate Ligament Surgery Registry: The Norwegian National Knee Ligament Registry. *Am J Sports Med.* févr 2008;36(2):308-15.
5. Rahr-Wagner L, Lind M. The Danish Knee Ligament Reconstruction Registry. *Clin Epidemiol.* oct 2016;Volume 8:531-5.
6. Yoon H. The UK National Ligament Registry. *The Knee.* déc 2013;20(6):365-6.
7. Kaarre J, Zsidai B, Narup E, Horvath A, Svantesson E, Hamrin Senorski E, Grassi A, Musahl V, Samuelsson K. Scoping Review on ACL Surgery and Registry Data. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2022 Oct;15(5):385-393. doi: 10.1007/s12178-022-09775-2. Epub 2022 Jul 13. PMID: 35829892; PMCID: PMC9463418.
8. Metka ZALETEL et Marcel KRALJ, Methodological guidelines and recommendations for efficient and rational governance of patient registries, 2015.
9. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037085952>
10. Thauinat M, Bouguennec N, Barth J, Boulhaia Y, Sbihi J, Gunepin FX, et al. The SFA datalake platform and anterior cruciate ligament tear registry of the French Society of Arthroscopy (SFA): Rationale, statutes and plans. *Orthop Traumatol Surg Res.* déc 2022;108(8):103399.
11. Bouguennec N, Thauinat M, Barth J, Cavaignac E, Gunepin FX, Letartre R, et al. Consensus statement on data to be entered in the ACL tear registry: SFA-DataLake. *Orthop Traumatol Surg Res.* déc 2022;108(8):103392.
12. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, et al. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med.* juin 2016;44(6):1502-7.
13. Martin RK, Wastvedt S, Pareek A, Persson A, Visnes H, Fenstad AM, et al. Machine learning algorithm to predict anterior cruciate ligament revision demonstrates external validity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2022;30:368-75. <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06828-w>.
14. McGettigan P, Alonso Olmo C, Plueschke K, Castillon M, Nogueras Zondag D, Bahri P, et al. Patient Registries: An Underused Resource for Medicines Evaluation: Operational proposals for increasing the use of patient registries in regulatory assessments. *Drug Saf.* nov 2019;42(11):1343-51.
15. Gliklich RE, Leavy MB, Dreyer NA, éditeurs. *Registries for Evaluating Patient Outcomes: A User's Guide [Internet]*. 4th éd. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2020 [cité 14 oct 2023]. (AHRQ Methods for Effective Health Care). Disponible sur : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562575/>
16. Sezer HB, Noailles T, Toanan C, Lefèvre N, Bohu Y, Fayard JM, Hardy A; Francophone Arthroscopy Society (SFA). Early postoperative practices following anterior cruciate ligament reconstruction in France. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021 Dec;107(8S):103065. doi: 10.1016/j.otsr.2021.103065. Epub 2021 Sep 16. PMID: 34537390.
17. Monaco E, Carrozzo A, Saithna A, Contedua F, Annibaldi A, Marzilli F, Minucci M, Sonnery-Cottet B, Ferretti A. Isolated ACL Reconstruction Versus ACL Reconstruction Combined With Lateral Extra-articular Tenodesis: A Comparative Study of Clinical Outcomes in Adolescent Patients. *Am J Sports Med.* 2022 Oct;50(12):3244-3255. doi: 10.1177/03635465221118377. Epub 2022 Sep 13. Erratum in: *Am J Sports Med.* 2022 Dec;50(14):NP66. doi: 10.1177/03635465221137549. PMID: 36113005.

# PUC, ROBOT ET RECONSTRUCTION DU LCA

Constant FOISSEY, Sébastien LUSTIG

Hôpital de la Croix-Rousse, Centre Albert Trillat, Lyon, France

[constant.foissey@chu-lyon.fr](mailto:constant.foissey@chu-lyon.fr)

## INTRODUCTION

### Rupture du LCA et arthrose

Les causes de l'arthrose post rupture du LCA sont mixtes avec d'un côté les modifications biomécaniques telles que la perte du contrôle de la translation tibiale antérieure [1], et la médialisation du centre de rotation du genou [2] et de l'autre côté les lésions méniscales et cartilagineuses survenues le jour du traumatisme initial ou lors de nouveaux épisodes d'instabilité [3, 4]. On comprend qu'une rupture du LCA peut ainsi être la cause d'une arthrose précoce chez des patients jeunes et actifs [5]. Le traitement classiquement proposé dans cette situation est l'ostéotomie tibiale de valgisation pouvant être associée à la reconstruction du LCA dans les stades débutants [6] et la prothèse totale de genou (PTG) dans les stades plus avancés. S'agissant cependant bien souvent de sujets jeunes et actifs, la PTG peut présenter un résultat fonctionnel décevant [7].

### PUC et absence de LCA

Afin de maximiser le résultats fonctionnel [8], l'alternative à la mise en place d'une PTG dans cette population serait l'implantation d'une prothèse unicompartmentale (PUC). Dans la série historique de l'équipe d'Oxford, la prothèse unicompartmentale (PUC) isolée a montré un taux inacceptable de 21% de descellement à deux ans en cas d'absence de LCA [9] ayant amené à contre-indiquer cette solution dans cette situation. C'est pourquoi plusieurs équipes proposent depuis une vingtaine d'années d'associer ce geste à une reconstruction du LCA et ont publié des résultats encourageants avec une survie de 93% à cinq ans pour la plus longue série [10-12]. Il s'agit cependant d'une intervention exigeante durant laquelle plusieurs étapes telles que le réglage de la pente tibiale

(PT), de l'angle mécanique fémoro-tibial (AMFT), et de la balance ligamentaire sont difficiles à contrôler. Ainsi dans leur série de 52 patients l'équipe d'Oxford retrouvait à 5 ans 10% de liserés, une conversion en PTG due à la progression de l'arthrose en controlatéral et une luxation de polyéthylène [12].

Afin de contrôler ces difficultés techniques et de diminuer au maximum ces complications précoces évitables, il est possible d'effectuer cette chirurgie de façon robotisée. L'apport de la robotique en termes de précision de pose des PUC n'est plus à prouver et, en ce qui nous concerne ici, il a déjà été démontré que la gestion de la pente tibiale et de l'axe fémoro-tibial mécanique, primordial en cas de reconstruction du LCA associée, est meilleure lors de l'utilisation de la robotique, surtout lorsque le système de planification repose sur un scanner pré-opératoire [13, 14]. Nous vous proposons dans cet article de détailler l'aspect technique de cette intervention dans un premier temps puis dans un second temps de développer les

résultats de notre série de patients opérés selon cette technique.

## INDICATION ET TECHNIQUE CHIRURGICALE

### Indication et contre-indication

**Les indications** dans notre pratique sont toute arthrose unicompartmentale fémoro-tibiale médiale ou latérale avec douleur isolée en regard du compartiment atteint associé à un antécédent de rupture du ligament croisé non opéré ou de reconstruction du ligament croisé avec Lachman arrêt mou lors de l'examen clinique.

**Les contre-indications** sont toute translation tibiale antérieure fixée sur la radiographie de profil (Figure 1). Une IRM de contrôle afin de confirmer l'intégrité des

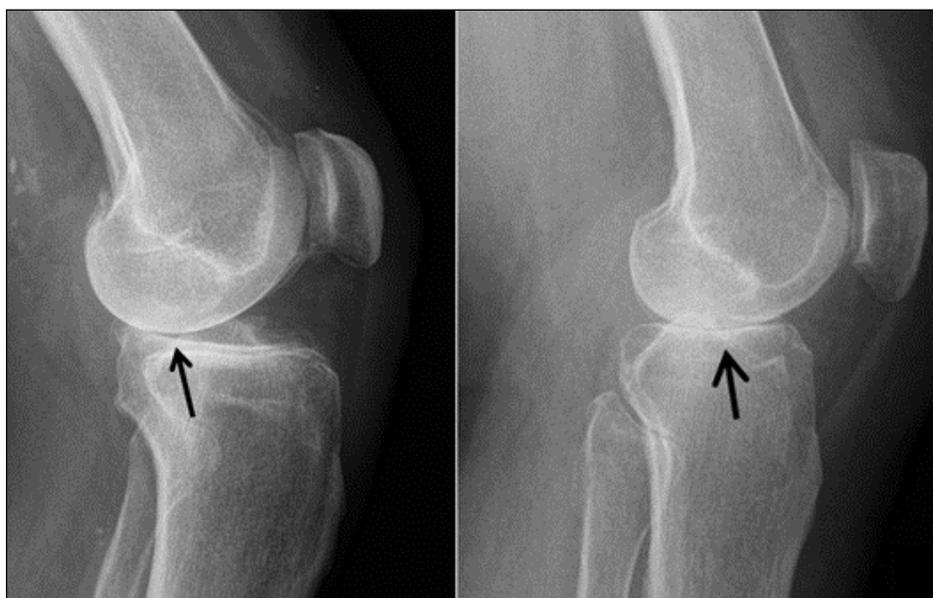


Figure 1 :

- À gauche : usure postérieure avec translation antérieure fixée contre-indiquant la PUC chez un individu rapportant un antécédent de rupture du LCA
- À droite : cupule plus antérieure chez un individu présentant également des antécédents de rupture du LCA ne contre-indiquant pas la réalisation de la PUC + reconstruction du LCA

autres compartiments et de confirmer la rupture du LCA peut être demandée mais n'est pas obligatoire. Les patients jeunes et actifs sont les candidats idéaux pour cette chirurgie, bien que nous n'ayons pas de limite d'âge et d'IMC (hormis les patients ayant un IMC >40, classiquement contre-indiqués pour la chirurgie prothétique).

## Planification pré-opératoire de la PUC

Lorsque le système robotique est couplé à la réalisation d'un scanner préopératoire, il est possible de planifier l'implantation de la prothèse. Cette étape est surtout intéressante ici au niveau du tibia avec d'une part la possibilité de diminuer la pente par rapport à la pente native si celle-ci est excessive (>12°) (Figure 2) et d'autre part lors de la réalisation des PUC médiales la possibilité de planifier un implant le plus couvrant possible permettant un contact cortical optimal tout en s'assurant qu'il y aura une marge suffisante en latéral de l'implant pour réaliser le tunnel tibial du LCA (Figure 3).

## Préparation du LCA et des tunnels

Le patient est installé en décubitus dorsal avec un garrot en racine de cuisse. À travers l'incision de la PUC les ischio-jambiers sont recueillis et un greffon 4 brins est préparé en le laissant pédiculé au tibia (Figure 4). Ensuite sous arthroscopie l'échancrure est nettoyée puis les tunnels fémoral et tibial préparés en fonction du calibre de la greffe via la technique « *outside-in* ». Aucune recommandation particulière n'est émise concernant la position du tunnel fémoral lors de la réalisation d'une PUC externe. En revanche le tunnel tibial doit être légèrement plus latéral qu'habituellement lors de la réalisation d'une PUC interne afin d'éviter tout conflit avec le plateau prothétique.

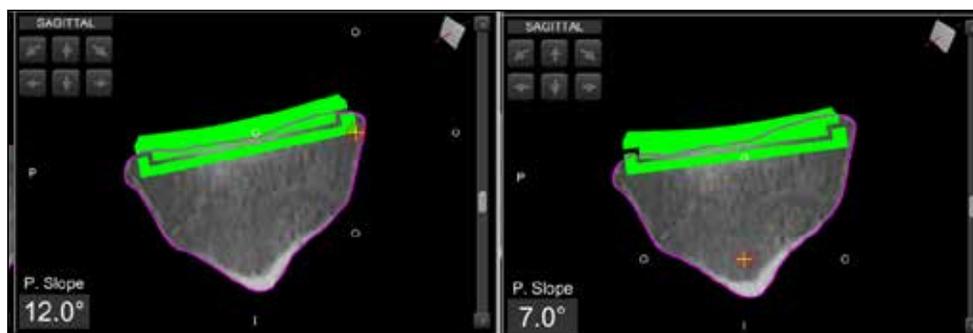


Figure 2 : Patient présentant une pente de 12° native. Planification préopératoire sur scanner permettant de réduire la pente dans l'implant définitif à 7°. La balance ligamentaire sera gérée en peropératoire avec la possibilité de jouer sur le fémur afin d'éviter d'être trop serré en flexion

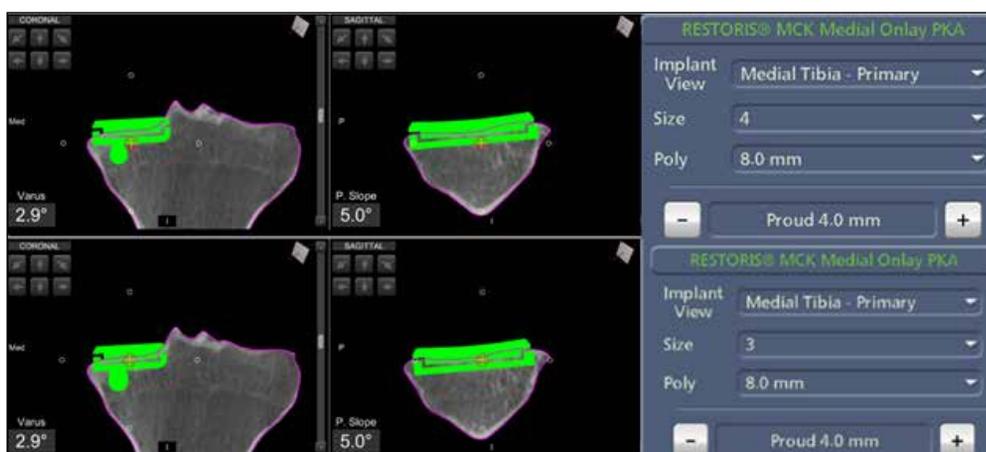


Figure 3 : Choix de la taille idéale : la taille 4 (en haut) serait la taille planifiée dans une opération conventionnelle mais avec un risque de conflit en latéral avec le tunnel. Décision de planifier une taille 3 (en bas) avec médiatisation de l'implant afin de libérer les épines et de conserver un appui cortical satisfaisant.



Figure 4 : Préparation du greffon 4 brins aux ischio-jambiers au travers de l'incision de la PUC, laissé pédiculé au tibia

## Réalisation de la PUC et fixation du greffon

Une voie mini-midvastus est ensuite réalisée. L'ensemble du genou est enregistré afin de permettre sa modélisation sur le système robotique. Les espaces en stress sont ensuite enregistrés (Figure 5) puis la prothèse définitivement planifiée afin de les équilibrer. Il faut dans notre cas de figure prendre en compte le fait que les espaces sont acquis sans avoir serré le LCA et donc éviter de planifier des espaces trop serrés. Avant d'effectuer les coupes il est possible de vérifier l'absence de conflit entre le tunnel et le futur implant tibial (Figure 6). Les coupes sont ensuite réalisées à l'aide de l'assistance robotique (Figure 7). Avec les essais en place le greffon est passé dans les tunnels et l'absence de conflit est vérifiée (Figure 8). La greffe est ensuite fixée au niveau du tibia avec un vis d'interférence, les implants finaux cimentés et la greffe fixée en fémoral par une vis d'interférence (Figure 9).

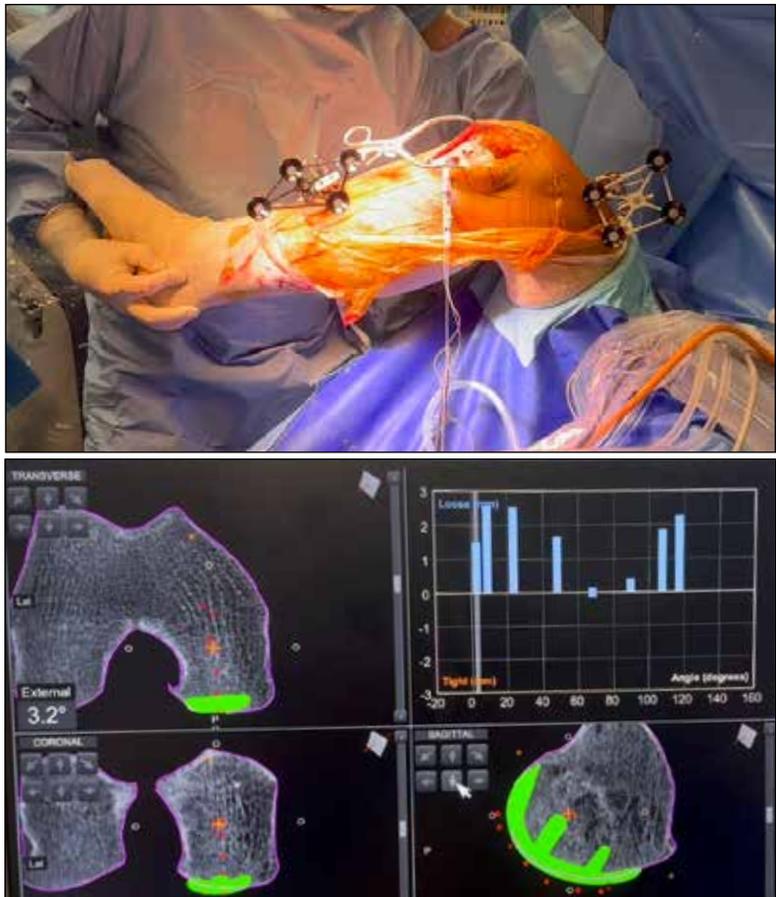


Figure 5 : Acquisition des espaces en stress et planification définitive des implants en prenant soin de laisser une laxité résiduelle prenant en compte l'absence de serrage du LCA

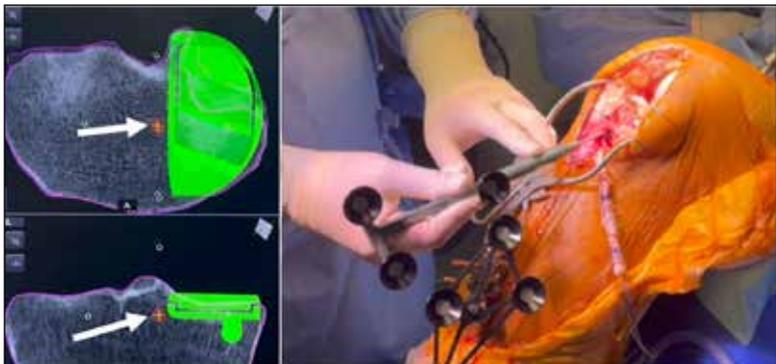
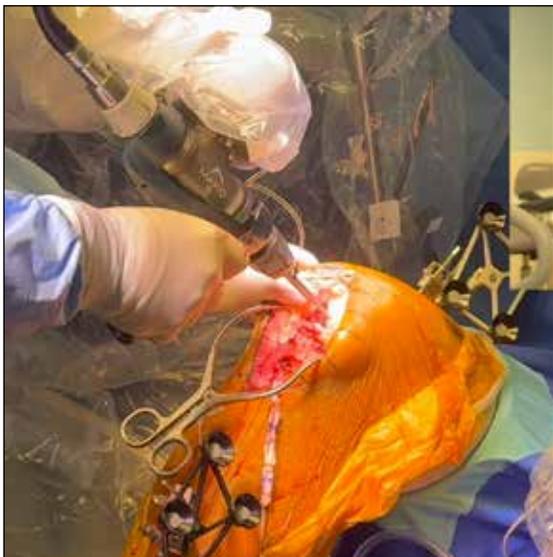


Figure 6 : Repérage per-opératoire du tunnel tibial au pointeur (flèche blanche) et de son rapport avec l'implant tibial planifié

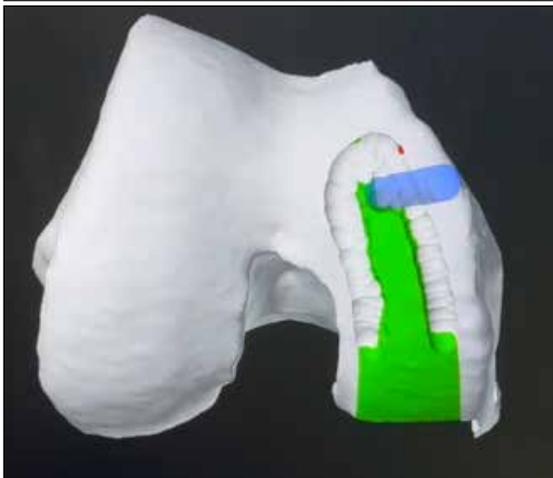


Figure 7 : Réalisation des coupes osseuses



Figure 8 : Réalisation des essais avec greffon en place et vérification de l'absence de conflit

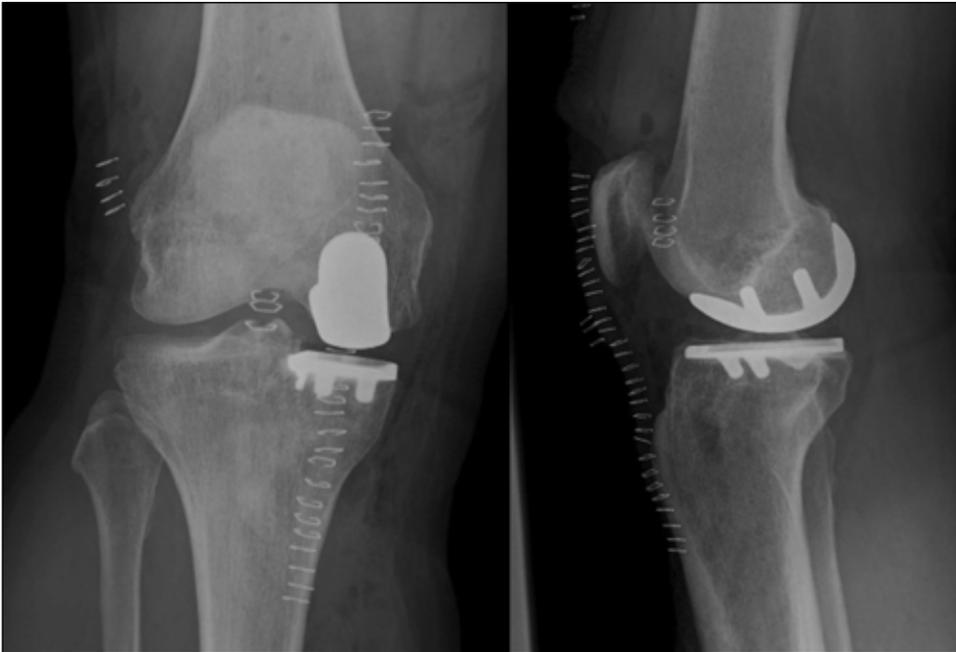


Figure 9 : Radiographies post-opératoires

## Rééducation

La rééducation post-opératoire est similaire à celle d'une prothèse unicompartmentale standard avec une attention toute particulière portée à la récupération de la flexion étant donné les risques de raideurs des interventions associant la réalisation d'une PUC à un geste additionnel [15].

## RÉSULTATS DE NOTRE SÉRIE

Huit patients ayant été opérés d'une PUC robotisée associée à la reconstruction du LCA ont été inclus rétrospectivement entre octobre 2016 et décembre 2018. Il s'agissait à cette période d'un système robotique sans scanner pré-opératoire (NAVIO, Smith+Nephew) [16]. Un patient a été opéré d'une PUC externe, les sept autres étaient des PUC internes. L'âge moyen était de 57,3 ans  $\pm$  7 ans [47-69]. Le recul moyen était de 28 mois  $\pm$  9 mois [14-44], aucun patient n'a été perdu de vue. Le recul moyen était de 28 mois  $\pm$  9 mois [14-44], aucun patient n'a été perdu de vue.

## Résultat clinique et réinterventions (Tableau 1)

Le score de Tegner moyen post-opératoire était de 4,8  $\pm$  1,4 [3-6]. Quatre personnes

	Pré-opératoire (n=8)	Post-opératoire (n=8)
<b>Clinique</b>		
Score IKS - Fonction	58.6 $\pm$ 5.7 [48-67]	92.3 $\pm$ 9.5 [74-100]
Score IKS - Genou	60 $\pm$ 6.2 [49.5-68]	96.7 $\pm$ 4.3 [88-100]
Score IKS	118.6 $\pm$ 8.2 [96-134]	189 $\pm$ 13.8 [162-199]
Tegner	2.6 $\pm$ 1.2 [1-3]	4.8 $\pm$ 1.4 [3-6]
Flexion (°)	132.5 $\pm$ 7.1 [120-140]	127.5 $\pm$ 4.6 [120-130]
Satisfaction		1 D (13%), 1 S (13%), 6 TS (74%)
FJS		86.7 $\pm$ 20.1 [46-100]
<b>Radiographie</b>		
AMFT (°) :		
- PUC interne	175.1 $\pm$ 4.8 [169-180]	178.6 $\pm$ 1.1 [177-180]
- PUC externe	185	181
Correction AMFT (°)		4 $\pm$ 2 [1-8]
PT (°)	9 $\pm$ 2.6 [4-12]	4.5 $\pm$ 1.3 [3-6]
Correction PT (°)		3.6 $\pm$ 2.6 [0-7]

Tableau 1 : Comparaison des données cliniques et radiographiques pré et post-opératoires

FJS : forgotten joint score, AMFT : axe mécanique fémoro-tibial, PT : pente tibiale  
D : déçu, S : satisfait, TS : très satisfait

ont réussi à reprendre le ski et trois autres à reprendre le footing. Aucune laxité antéropostérieure n'était retrouvée. Une seule personne était déçue de l'intervention en raison d'une limitation des activités sportives par les douleurs, il s'agissait de la patiente opérée d'une PUC externe.

Les seules réinterventions ont été deux arthrolyses à 2 et 3 mois de l'intervention pour des flexions insuffisantes. Elles ne correspondaient pas à des corrections de pente excessives (4° et 5°), la flexion au dernier recul était de 120° et 130°, les deux patients étaient très satisfaits de l'intervention.

Aucune complication liée à l'assistance robotique n'a été observée : aucun problème lié aux fiches, aucune conversion vers la technique mécanique. Le temps opératoire moyen était de 138 min. ± 12 min. [121-150].

## Résultat radiographique

(Tableau 1)

Aucun patient n'avait de progression d'arthrose en controlatéral. Aucun liseré n'a été retrouvé. Concernant la précision, les objectifs d'axe et de pente fixés ont été remplis dans 100% des cas. La correction moyenne était de 4° dans le plan frontal et sagittal. La patiente présentant une PT de 12° en préopératoire a été corrigée à 5° en postopératoire.

## Comparaison à la littérature

Une revue systématique de la littérature concernant l'association PUC et LCA sans utilisation de la robotique a été effectuée par Volpin en 2019 [10]. Elle regroupait 8 études avec 186 patients et un suivi moyen de 37.6 mois. Les résultats cliniques étaient très satisfaisants. Les complications sont résumées dans le tableau 2. La complication la plus fréquente était la luxation de PE (n=3, 1.6%) chez des auteurs utilisant une PUC à plateau mobile [12, 17]. Le contrôle optimal des laxités résiduelles en fonction de l'épaisseur du PE et de la tension du LCA fourni par la robotique serait une aide précieuse pour éviter cette complication [18]. A été observée aussi une fois la progression de l'arthrose en controlatéral et l'apparition de 37 liserés, Stephanie et al. [19] ont trouvé que ces complications pouvaient être diminuées en évitant toute

	Série actuelle (n=8)	Revue de la littérature (n=186)
Arthrolyse	2 (25%)	2 (1%)
Infection	0	2 (1%)
Conversion en PTG	0	1 (0.5%)
Luxation de PE	0*	3 (1.6%)
Valeurs radiographiques aberrantes	0	ND
Liseré :		
- Physiologique	0	37 (19.8%)
- Pathologique	0	0

Tableau 2 : Complications de la série, comparaison à la revue de la littérature de Volpin [10]

ND : non disponible  
\*plateau fixe

sur- ou sous-correction. Aucune de ces études ne rapportait les résultats radiographiques en termes de précision globale.

## CONCLUSION

La robotique apporte un avantage certain en termes de sécurisation et de précision du geste dans la réalisation d'une PUC associée la reconstruction du LCA. Les premiers résultats en termes de reprise de l'activité physique sont très satisfaisants. Un suivi à long terme de ces patients permettra de déterminer si la robotique permet d'améliorer la survie de l'implant tout en sachant que l'avantage de la robotique a déjà été rapporté à plus long terme lors de la réalisation d'une PUC isolée [14]. ■

## Bibliographie

1. Neyret P, Ait Si Selmi T, Gluchurk Pires L (1999) **Conférence d'enseignement. Arthrose et laxité.** In: Annales d'arthroscopie. pp 25–46
2. Amis AA, Bull AMJ, Lie DTT (2005) **Biomechanics of rotational instability and anatomic anterior cruciate ligament reconstruction.** Operative Techniques in Orthopaedics 15:29–35. <https://doi.org/10.1053/j.oto.2004.10.009>
3. Cance N, Erard J, Shatrov J, et al (2023) **Delaying anterior cruciate ligament reconstruction increases the rate and severity of medial chondral injuries: a retrospective cohort study.** The Bone & Joint Journal 105-B:953–960. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.105B9.BJJ-2022-1437.R1>
4. Erard J, Cance N, Shatrov J, et al (2023) **Delaying ACL reconstruction is associated with increased rates of medial meniscal tear.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 31:4458–4466. <https://doi.org/10.1007/s00167-023-07516-7>
5. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM (2007) **The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis.** Am J Sports Med 35:1756–1769. <https://doi.org/10.1177/0363546507307396>
6. Bonin N, Ait Si Selmi T, Donell ST, et al (2004) **Anterior cruciate reconstruction combined with valgus upper tibial osteotomy: 12 years follow-up.** Knee 11:431–437. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2004.02.001>
7. Parvizi J, Nunley RM, Berend KR, et al (2014) **High Level of Residual Symptoms in Young Patients After Total Knee Arthroplasty.** Clin Orthop Relat Res 472:133–137. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-3229-7>
8. Kleeblad LJ, van der List JP, Zuiderbaan HA, Pearle AD (2018) **Larger range of motion and increased return to activity, but higher revision rates following unicompartmental versus total knee arthroplasty in patients under 65: a systematic review.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 26:1811–1822. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4817-y>
9. Goodfellow J, O'Connor J (1992) **The anterior cruciate ligament in knee arthroplasty. A risk-factor with unconstrained meniscal prostheses.** Clin Orthop Relat Res 245–252
10. Volpin A, Kini SG, Meuffels DE (2018) **Satisfactory outcomes following combined unicompartmental knee replacement and anterior cruciate ligament reconstruction.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 26:2594–2601. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4536-4>
11. Ventura A, Legnani C, Terzaghi C, et al (2017) **Medial unicondylar knee arthroplasty combined to anterior cruciate ligament reconstruction.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 25:675–680. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3808-0>
12. Weston-Simons JS, Pandit H, Jenkins C, et al (2012) **Outcome of combined unicompartmental knee replacement and combined or sequential anterior cruciate ligament reconstruction: a study of 52 cases with mean follow-up of five years.** J Bone Joint Surg Br 94:1216–1220. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.94B9.28881>
13. Gaggiotti S, Foissey C, Pineda T, et al **Enhancing robotic precision in medial UKA: Image-based robot-assisted system had higher accuracy in implant positioning than imageless robot-assisted system across 292 knees.** <https://doi.org/10.1002/ksa.12215>
14. Foissey C, Batailler C, Vahabi A, et al (2023) **Better accuracy and implant survival in medial imageless robotic-assisted unicompartmental knee arthroplasty compared to conventional unicompartmental knee arthroplasty: two- to eleven-year follow-up of three hundred fifty-six consecutive knees.** Int Orthop 47:533–541. <https://doi.org/10.1007/s00264-022-05640-6>
15. Derreveaux V, Schmidt A, Shatrov J, et al (2022) **Combined procedures with unicompartmental knee arthroplasty: High risk of stiffness but promising concept in selected indications.** SICOT-J 8:4. <https://doi.org/10.1051/sicotj/2022002>
16. Foissey C, Batailler C, Shatrov J, et al (2022) **Is combined robotically assisted unicompartmental knee arthroplasty and anterior cruciate ligament reconstruction a good solution for the young arthritic knee?** Int Orthop. <https://doi.org/10.1007/s00264-022-05544-5>
17. Tian S, Wang B, Wang Y, et al (2016) **Combined unicompartmental knee arthroplasty and anterior cruciate ligament reconstruction in knees with osteoarthritis and deficient anterior cruciate ligament.** BMC Musculoskelet Disord 17:327. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1186-5>
18. Gleeson RE, Evans R, Ackroyd CE, et al (2004) **Fixed or mobile bearing unicompartmental knee replacement? A comparative cohort study.** Knee 11:379–384. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2004.06.006>
19. Stephanie C. Petterson PT, Travis D. Blood MD, Kevin D. Plancher MD (2020) **Role of alignment in successful clinical outcomes following medial unicompartmental knee arthroplasty: current concepts.** J ISAKOS. <https://doi.org/10.1136/jisakos-2019-000401>

# INTERACTION ENTRE LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR ET PENTE TIBIALE : QUELLE PLACE POUR L'OSTÉOTOMIE SAGITTALE

David MAZY, Chiara BIATTI, Simone ROMANO, Guillaume DEMEY, David H. DEJOUR

Département de chirurgie orthopédique, Lyon Ortho Clinic, Clinique de la Sauvegarde, 29 Avenue des Sources, 69009 Lyon, France

[David.Mazy27@gmail.com](mailto:David.Mazy27@gmail.com)

## INTRODUCTION

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est une pathologie extrêmement fréquente touchant majoritairement les adeptes de pratique sportive en pivot-torsion. Dans la plupart des cas, une reconstruction de ce ligament est indiquée. En 2019 en France, 50.000 interventions de ce genre ont été réalisées [1]. Les résultats fonctionnels à long terme de cette chirurgie sont excellents. Cependant, en cas de re-rupture, une nouvelle chirurgie plus complexe, une période de rééducation adaptée parfois plus longue, des taux plus faibles de retour au sport et des résultats fonctionnels inférieurs attendent le patient [2]. De plus, après une première rupture de greffe, le taux de nouvelles ruptures peut atteindre les 25% [3]. Il est donc primordial d'analyser, d'isoler puis de traiter au moment de la nouvelle greffe les facteurs responsables de ces échecs. Certains facteurs sont intrinsèques et propres au patient (anatomique et parfois congénital, hormonal) tandis que d'autres sont extrinsèques comme le type de sport pratiqué, les conditions de la pratique sportive, la préparation physique [4].

La malposition des tunnels et en particulier le tunnel fémoral est décrite comme la principale cause de re-rupture (5). Cependant, l'amélioration des techniques chirurgicales et le développement des ancillaires ont permis de réduire l'impact de ce facteur.

La tendance actuelle se tourne vers l'adjonction d'une plastie extra articulaire type Lemaire modifié ou ALL qui dans les dernières séries publiées montre une baisse du nombre de re-ruptures et conduit peut-être à une attitude systématique qui, toutefois, n'est pas sans risque [1].

Il est donc primordial d'avoir une analyse des autres facteurs. Dans le monde vétérinaire où le taux de rupture de fatigue du LCA chez les « gros chiens » est élevé, il a été clairement montré que la pente tibiale excessive en était la cause [6]. Bien que souvent négligée dans les études s'intéressant aux re-ruptures, la pente tibiale est devenue un facteur anatomique d'intérêt majeur d'autant plus qu'elle est associée à une Translation Tibiale Antérieure en appui monopodal Statique (TTAS) [7,8]. Les patients présentant une pente tibiale excessive ont un risque significatif plus important de rupture ou re-rupture de greffe du LCA [9].

Il faut donc trouver des méthodes pour quantifier puis traiter ce facteur de risque intrinsèque anatomique pour réduire le taux de re-rupture.

L'objectif de cet article est d'exposer l'importance de la pente tibiale, comment l'analyser et la prendre en charge dans les ruptures du LCA.

## BIOMÉCANIQUE

Le LCA est composé de deux faisceaux nommés selon leurs insertions tibiales : le faisceau antéro-médial et le faisceau postéro-latéral. Le faisceau antéro-médial agit principalement sur la translation antérieure tandis que le faisceau postéro-latéral a une action sur le contrôle de la rotation interne. En cas de rupture du LCA, sa perte de fonction entraîne une majoration de la translation tibiale antérieure lors de la mise en charge mais également une instabilité en rotation interne qui est majorée si le complexe antéro-latéral est atteint.

Prenons les compartiments et leurs pentes tibiales séparément :

### 1. Médial :

Lorsque la pente tibiale médiale augmente, la translation tibiale antérieure augmente lors de la mise en charge. Pour chaque degré de pente, la translation se modifie de 0.46mm [7]. Le ménisque médial est lui le principal stabilisateur secondaire de la translation antérieure et il est primordial de prendre en compte son statut lors de l'analyse de la pente. Une méniscectomie médiale va augmenter la pente fonctionnelle et accentuer cette translation tibiale en appui monopodal de 0.5 à 1.5 mm en moyenne [10].

### 2. Latéral :

En cas de pente tibiale latérale élevée dans le cadre d'une rupture de LCA, l'instabilité rotationnelle et le grade de pivot rotatoire sont majorés [11]. Le ménisque latéral est également un stabilisateur secondaire important du compartiment latéral [12]. Ceci peut être objectivé par l'amélioration de la stabilité rotatoire lors d'une réparation de racine du ménisque externe [13].

Pour simplifier, le compartiment médial a majoritairement une influence sur la translation antéro-postérieure tandis que le compartiment latéral joue sur le contrôle rotatoire [12].

## BILAN D'IMAGERIE

### Méthode

Il existe plusieurs méthodes de mesure de la pente et donc il faut préciser quelle est la méthode utilisée car la valeur seuil est variable selon les référentiels.

Nous utilisons une méthode fiable et simple de mesure de la pente tibiale et de la TTAS.

Il faut obtenir des clichés radiologiques incluant 15 cm de tibia proximal et réalisés à 20° de flexion en profil strict et en appui monopodal. Les condyles seront alignés sous fluoroscopie avant la réalisation de la radiographie conventionnelle. Tout décalage du profil va entraîner des distorsions et des mesures ininterprétables [14] (Figure 1). Ensuite, il faut choisir la technique de mesure de la pente tibiale afin qu'elle soit reproductible et comparable entre les études. Il est primordial de se tenir à une méthode et de la conserver. La technique utilisant l'axe anatomique proximal possède une valeur normale à 9° de pente et la méthode de mesure est décrite dans la Figure 2 [15]. La TTAS est décrite dans la Figure 3 [16]. Si la translation est postérieure, la mesure sera exprimée en valeur négative. La méthode de mesure est décrite dans la Figure 3.

### Thérapeutique

En quoi ces mesures vont-elles influencer l'approche thérapeutique?

#### *Le protocole d'appui post-opératoire :*

Tout d'abord, elles peuvent avoir un impact sur le protocole d'appui post-opératoire. En effet, les patients avec une pente tibiale supérieure à 12° et/ou une TTAS supérieure à 5mm en préopératoire, auront une période sans appui de 21 jours afin de diminuer les contraintes en translation excessive sur la greffe et ainsi la protéger [17].

#### *Chirurgical :*

L'intervention permettant d'agir directement sur la pente tibiale est l'ostéotomie de déflexion (OTDF) [18]. Cette interven-

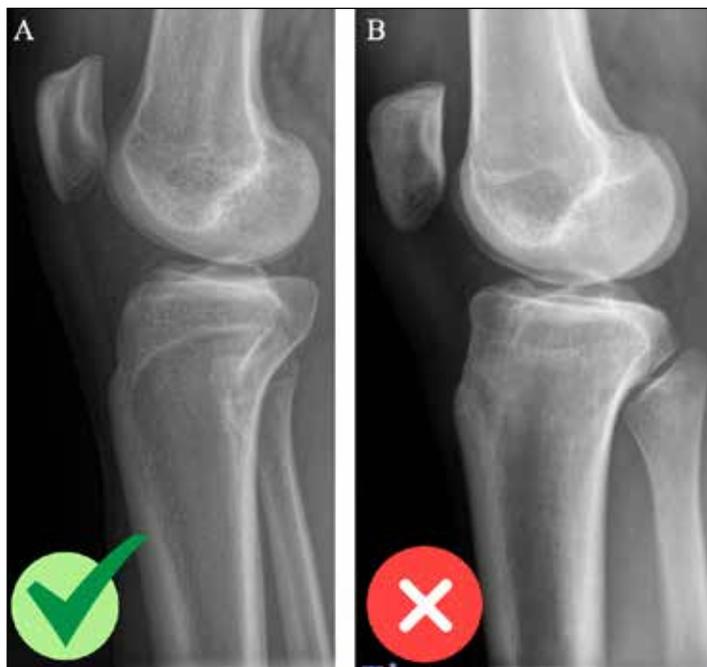


Figure 1. Exemple de radiographie correctement réalisée (A) et de radiographie ininterprétable due à l'hyperextension et l'absence de superposition des condyles (B).



Figure 2. Radiographie latérale du genou droit en appui monopodal illustrant la méthode de mesure de la pente tibiale (PT). La PT est l'angle formé entre la ligne perpendiculaire à l'axe diaphysaire du tibia et la tangente du plateau tibial médial.



Figure 3. Radiographie latérale du genou droit en appui monopodal illustrant la méthode de la mesure de la translation tibiale en appui monopodal statique (TTAS). Deux lignes sont tracées parallèlement à la corticale tibiale postérieure. La première est tangente à la partie postérieure du plateau tibial médial. La seconde est tangente au condyle fémoral médial. La TTAS représente la distance entre ces deux lignes.

tion a notamment été décrite par Dejour et al. en 1998 bien que dès 1991 il en soit question aux Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou [19,20]. C'est une ostéotomie de réalignement sagittal. La technique décrite ici est une ostéotomie supra-tubérotariaire (Figure 4). Cependant, elle peut aussi être trans- ou infra-tubérotariaire (Figure 5). Cette intervention est réalisée dans le même temps que la reconstruction du LCA.

## TECHNIQUE CHIRURGICALE [18]

**Indication :** rupture itérative avec pente tibiale  $\geq 12^\circ$  et une TTAS  $\geq 5\text{mm}$ . Le nombre de reprises chirurgicales et le statut méniscal peut influencer ces seuils à la baisse.

**Contre-indication :** recurvatum  $\geq 10^\circ$ , arthrose fémoro-tibiale débutante ou avérée, immaturité squelettique.

### Installation

Le patient est installé en décubitus dorsal, un appui latéral de cuisse et un appui maintenant la jambe à  $90^\circ$  de flexion. L'intervention s'effectue avec un garrot mis en place à la racine du membre, le tout sous anesthésie générale ou loco-régionale.

### Incision

L'incision est longitudinale, médiale à la tubérosité tibiale antérieure (TTA). Elle débute 4 cm sous l'interligne artériel et s'étend sur environ 6 cm. Le prélèvement des tendons ischio-jambiers peut s'effectuer par cette même incision. En cas de prélèvement du tendon rotulien, l'incision est prolongée proximale jusqu'à la pointe de la patella, si on utilise le tendon du quadriceps une incision indépendante sera réalisée.

### Ostéotomie

La première étape primordiale est d'identifier l'insertion du tendon rotulien (TR) sur la TTA. Ensuite, le fascia lata et le muscle tibial antérieur sont libérés laté-

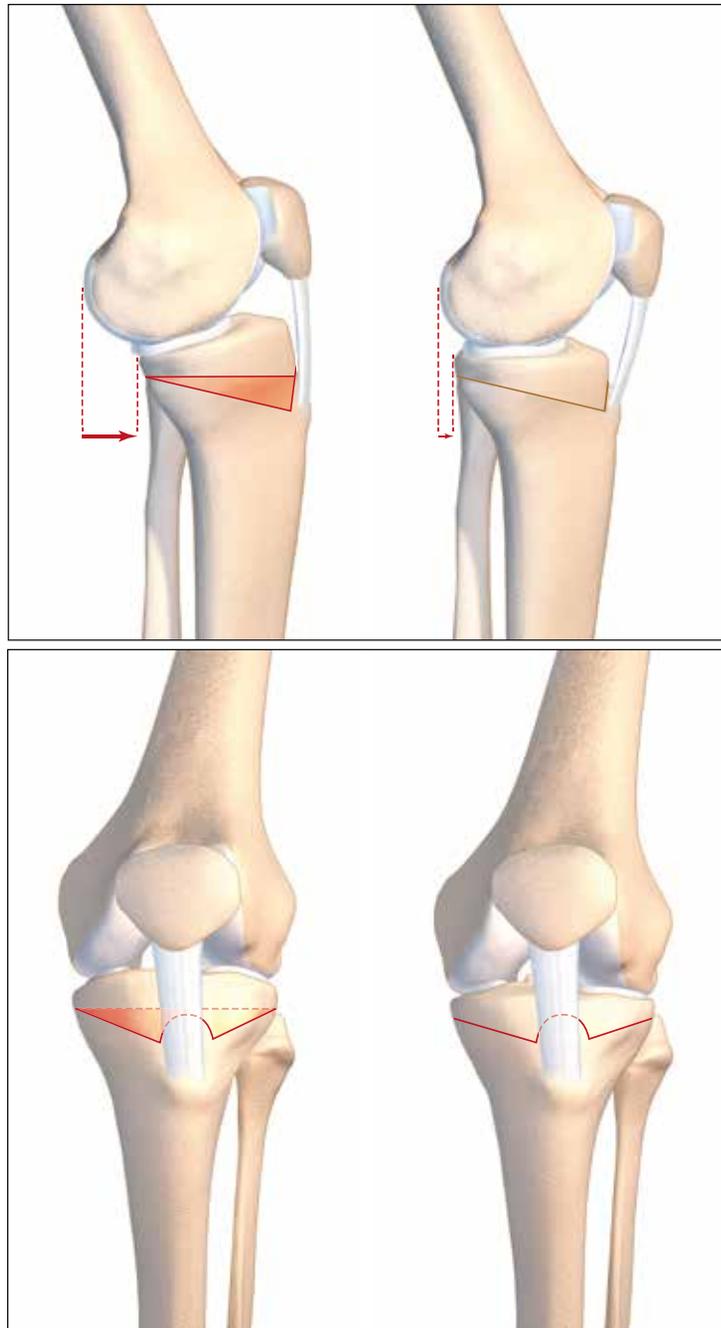


Figure 4 : Ostéotomie de déflexion. L'ostéotomie est biplanaire et supra-tubérotariaire.

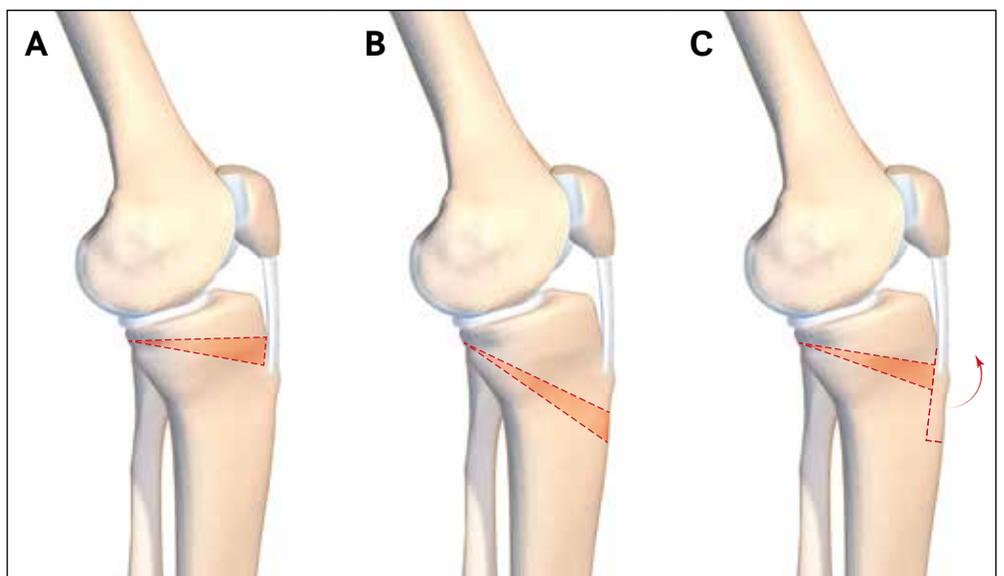


Figure 5 : Différentes formes d'ostéotomies de déflexion. A. supra-tubérotariaire, B. infra-tubérotariaire, C. trans-tubérotariaire

ralement à la manière de Keblish. Le ligament collatéral médial profond est libéré médialement. Il est alors possible de placer des écarteurs contre-coudés de part et d'autre de la métaphyse tibiale. Les 2 broches de Kirschner proximales (diamètre 2.5mm) sont insérées au niveau de l'insertion du TR à 1 cm de part et d'autre de celui-ci. Ensuite, les 2 broches distales sont insérées en fonction de la planification pré-opératoire avec comme objectif, une pente tibiale finale de 4-6° [7]. Les broches doivent converger au niveau de la corticale postérieure, 1 cm sous le plateau tibial (Figure 6). L'ostéotomie est réalisée à la lame oscillante en se laissant guider inférieurement aux broches proximales et supérieurement aux broches distales. Afin d'affaiblir la charnière sans pour autant la rompre il faut venir percuter la corticale postérieure de façon douce, à la façon « knock on the door ». L'ostéotomie biplanaire est alors réalisée juste derrière le tendon rotulien. Le coin osseux peut être retiré. La charnière est testée en abaissant la partie proximale sur la partie distale. La réduction est appliquée en effectuant une extension douce du membre inférieur. Une fixation temporaire, 2 cm latérale au TR, est réalisée à l'aide d'une agrafe et un contrôle fluoroscopique de la pente est réalisé. Si, celui-ci est satisfaisant, la fixation médiale est également réalisée à l'aide d'une agrafe. Après la réduction de l'ostéotomie, le tunnel tibial se retrouve légèrement angulé et il est crucial d'aléser à nouveau le tunnel tibial. Ce geste est réalisé en poussant la mèche à la main afin de limiter les contraintes sur le trait d'ostéotomie. La greffe peut alors être passée et fixée. La fixation s'effectue à 70° de flexion pour éviter tout recurvatum.



Figure 6. Placement per-opératoire des broches de Kirschner servant à délimiter l'ostéotomie. Celle-ci convergent postérieurement 1cm sous le plateau tibial.

## Fermeture

Le fascia lata et le ligament collatéral médial sont refermés. La partie proximale de l'aponévrose du muscle tibial antérieur est suturée par des points simples pour limiter l'augmentation de pression dans la loge antérieure. Les plans sous-cutané et cutané sont ensuite suturés. Aucun système de drainage n'est mis en place.

### Résumé des étapes chirurgicales:

1. Prélèvement du greffon, quel qu'il soit.
2. Arthroscopie. Préparation de l'échancrure, réalisation des tunnels fémoral (outside-in) et tibial, traitement d'éventuelles lésions méniscale et/ou chondrale.
3. Réalisation de l'ostéotomie
4. Nouvel alésage du tunnel tibial à la main
5. Passage et fixation de la greffe à 70° de flexion.

*Remarque : en cas de suture méniscale trans-osseuse, les fils sont passés dans le ménisque à l'étape 2, le tunnel trans-osseux est lui réalisé après l'ostéotomie.*

## Protocole post-opératoire

La jambe est immobilisée dans une attelle d'extension pendant 6 semaines post-opératoires afin de prévenir tout recurvatum. Cependant, l'attelle est retirée pour les séances de kinésithérapie qui sont débutées immédiatement après la chirurgie. L'appui partiel est repris après 3 semaines pour être total à 6 semaines. A partir de ce moment, un protocole classique de réhabilitation post reconstruction de LCA peut être entrepris. Le programme est donc décalé de 6 semaines comparé à une ligamentoplastie classique.

### Avantages de la technique opératoire :

- Absence de matériel encombrant en conflit avec les tunnels
- Le mécanisme extenseur n'est pas touché
- Technique peu invasive en zone métaphysaire (consolidation optimum)
- Faible coût

### Risques spécifiques :

- Fracture de la charnière postérieure (théorique)
- Recurvatum iatrogénique
- Augmentation du varus tibial de 1°[21]
- Augmentation de la hauteur patellaire selon l'index de Caton-Deschamps de 0.08 [21]

Ces deux derniers aspects peuvent être considérés comme négligeables mais doivent attirer l'attention au moment de la chirurgie pour éviter d'accentuer cette tendance.

## DISCUSSION

Avec l'amélioration des techniques opératoires et la réduction des taux de re-ruptures dus aux problèmes techniques, d'autres facteurs de risque sont mis en lumière. L'analyse de la pente tibiale n'est pas limitée à l'homme mais se retrouve également dans le monde vétérinaire. En effet, les chiens de taille moyenne à grande sont sujets à des ruptures du ligament croisé crânial (LCC) qui correspond au LCA humain. Ces animaux présentent une pente tibiale située entre 20 et 30°. La chirurgie proposée pour le traitement de la rupture du LCC n'est pas ligamentaire mais osseuse avec la réalisation d'ostéotomie de déflexion [6]. Le lien entre pente tibiale et rupture du LCC est clair chez le chien et la réalisation d'un geste osseux unique permet d'obtenir de la stabilité et des résultats fonctionnels concluants.

Chez l'homme, dès 1991, l'ostéotomie de déflexion (alors appelée ostéotomie d'extension) est présentée aux Journées Lyonnaises de Chirurgie du Genou [20]. Le lien entre pente tibiale, TTAS et rupture de greffe de LCA est connu depuis de nombreuses années (22). Il existe une relation linéaire entre l'augmentation de la pente tibiale et la force subie par le LCA [23]. À 20 ans de recul, des adolescents avec une pente tibiale  $\geq 12^\circ$  présentent jusqu'à 78% de re-rupture lorsque des ischio-jambiers sont utilisés pour la greffe [24]. Le risque à court terme de re-rupture est doublé lors de l'utilisation de TR [25]. Inversement, une pente tibiale faible ( $<6^\circ$ ) diminue drastiquement le risque de re-rupture [26]. La TTAS, elle-même liée à la pente tibiale, reflète la tension que va subir la greffe lors de la mise en charge. Un stress excessif va entraîner une élévation pro-

gressive de la greffe entraînant une laxité résiduelle et, in fine, une augmentation du risque de rupture par fatigue de celle-ci (Figure 7) [25,27].

Les procédures extra-articulaires latérales, bien qu'ayant diminué les taux de re-rupture, ne permettent pas d'éviter tous ces événements [1]. La rupture du LCA entraîne une translation antéro-postérieure excessive mais également une instabilité en rotation. L'intervention de type Lemaire modifiée n'a aucun effet sur la TTAS (28). Bien qu'indiqué en cas d'instabilité rotationnelle ou en cas de reprise, cette chirurgie ne permet pas de corriger une translation antérieure excessive [28].

L'ostéotomie de déflexion est la chirurgie qui permet de directement corriger la pente tibiale. Il existe des ostéotomies de déflexion supra-, trans- et infra-tubérositaire comme décrit plus haut (Figure 5). Il est important de réaliser la technique avec laquelle le chirurgien se sent le plus confortable car actuellement aucune technique ne démontre une supériorité sur une autre et chacune possédant des avantages et inconvénients propres [29]. Nous présentons une technique d'ostéotomie supra-tubérositaire car cette chirurgie permet de réaliser la résection à l'endroit où se trouve la déformation, au niveau métaphysaire, dans une zone plus propice à la guérison osseuse [30]. Il est bien démontré que cette technique d'ostéotomie conserve suffisamment d'os métaphysaire pour permettre la fixation [31]. L'objectif de cette chirurgie est d'obtenir une pente située entre 4 et 6°, ce qui permet de garder la TTAS entre 0 et 5mm sans augmenter les contraintes sur le ligament croisé postérieur (Figure 8).

Initialement réservée aux secondes révisions, l'ostéotomie de déflexion a ensuite été indiquée pour des révisions primaires pour finalement être parfois indiquée dans certains cas de ruptures primaires [32-34]. L'OTDF démontre d'excellents résultats fonctionnels lors de suivis à plus de 5 ans avec un taux de rupture de greffe autour de 2% à plus de 3 ans de suivi [9,32]. Certaines études rapportent un retour au sport de 100% au même niveau sans re-rupture lors de la réalisation d'OTDF lors de reprise primaire [9]. Cette intervention est efficace pour réduire la pente, diminuer la TTAS et donc ajouter de la stabilité à l'articulation avec le rôle de protéger la greffe. Concernant l'instabilité rotatoire, nous ne recommandons pas de procédure extra-articulaire latérale associée. La réduction de la pente latérale permet d'augmenter la stabilité en rotation [35].

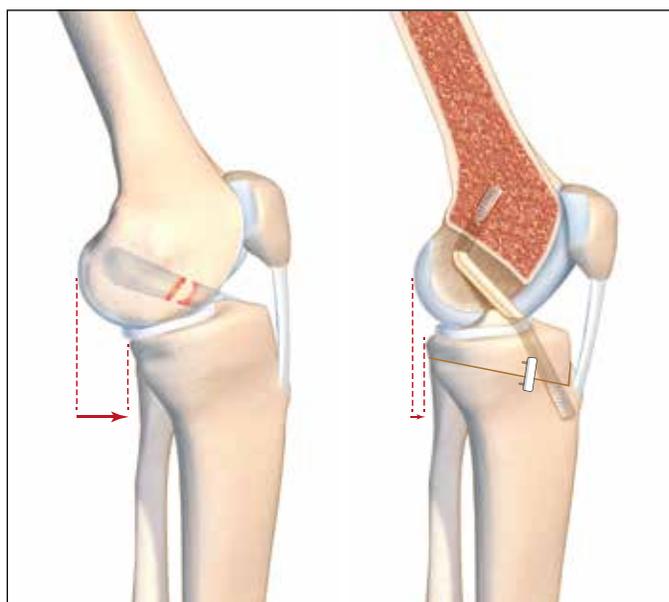
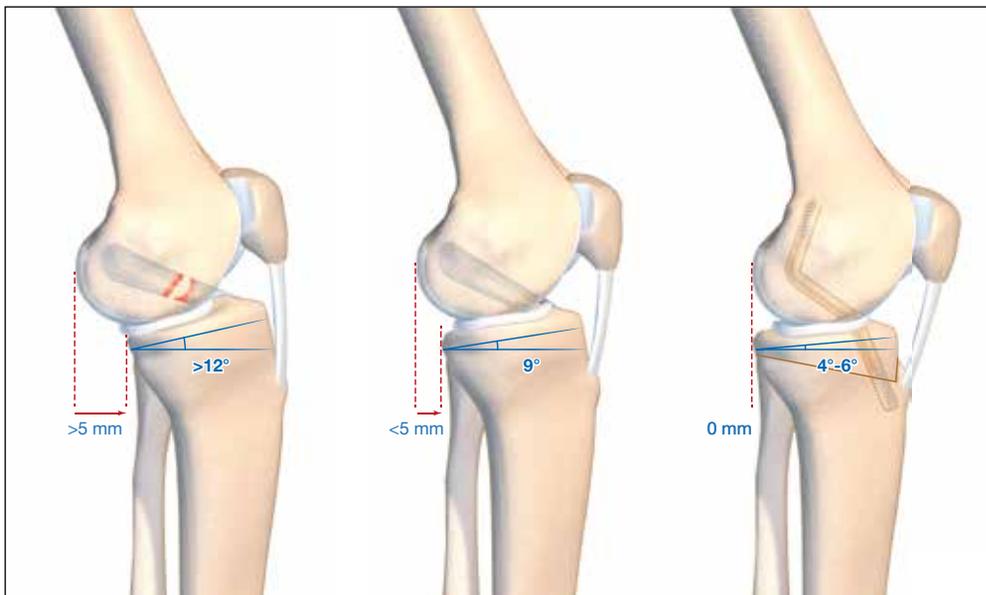


Figure 7. Impact de la pente tibiale (PT) et de la translation en appui monopodal statique (TTAS) sur la tension subie par le ligament croisé antérieur.



Figure 8. Analyse de la pente tibiale (PT) avant (A) et après (B) réalisation d'une ostéotomie de déflexion pour une première reprise.



UNITED  
ORTHOPEDIC®

## Charnière USTAR II™



Les implants de la charnière USTAR II sont des DM de Classe III, fabriqués par United Orthopedic sous les numéros de marquage CE 2797 (BSI Pays-Bas) .

Ils sont indiqués dans les arthroplasties de hanche de première intention. Veuillez lire attentivement les instructions figurant dans les notices d'utilisation de chacun des implants.

Ces dispositifs sont remboursés par les organismes d'assurance maladie sous certaines conditions, veuillez consulter les modalités sur le site [ameli.fr](http://ameli.fr).

7, Allée des Peupliers 54180 Houdemont France  
Tél. +33 (0)3 83 23 39 72 | [fr.service@unitedorthopedic.com](mailto:fr.service@unitedorthopedic.com)

Réf : 2106UOCPM001

Création : juin 2021



## Quelles conséquences de l'OTDF ?

L'OTDF supra-tubérositaire augmente théoriquement de 0.02 l'indice de Caton-Deschamps pour chaque degré de diminution de pente [36]. Cependant ces résultats sont obtenus par simulation radiologique et l'augmentation de l'indice de Caton-Deschamps est en moyenne de 0.08 pour une réduction de 9° de pente dans une étude clinique [21]. L'impact de l'OTDF sur la hauteur de la patella est donc négligeable.

Sur le plan coronal, l'OTDF aura tendance à entraîner une déformation en varus d'un degré [21]. Ceci peut s'expliquer par une exposition plus aisée du côté médial ce qui entraîne probablement une résection légèrement plus épaisse. Il est important de rester attentif à cet aspect dans le plan coronal lors de cette chirurgie.

Il faut prévenir le patient de la taille de la cicatrice qui est définitivement plus grande que pour une ligamentoplastie classique. Cela peut parfois être la partie la plus difficile à accepter pour le patient, surtout lorsque l'OTDF est proposée en première intention

## VISION D'AVENIR ?

L'analyse de la pente tibiale et de la TTAS pose cependant certaines difficultés. En effet, il n'est pas toujours simple d'obtenir des radiographies de profil strict et donc de pouvoir interpréter correctement ces clichés. Il en est de même pour les 20° de flexion nécessaire. Les méthodes de mesure ne prennent pas en compte les déformations osseuses extra-articulaires situées en dehors des clichés. L'analyse 2D d'une structure 3D peut également soulever des questions. L'avenir se trouve probablement dans l'utilisation de scanner ou de radiographies 3D en charge afin de réduire les biais et d'augmenter la reproductibilité des examens. L'EOSTM initialement utilisé pour les déformations du rachis, trouve de plus en plus d'indications pour les membres inférieurs [37]. Le Cone Beam, utilisé en chirurgie maxillo-faciale, permet également des imageries en appui monopodal. Cette technologie prometteuse pourrait permettre une analyse plus fine de la pente tibiale et de la TTAS.

La question qui peut se poser légitimement serait de proposer une OTDF associée à la greffe du LCA en première intention,

lorsque la pente et la TTAS sont élevées. Il reste à déterminer des seuils pour ces paramètres qui alourdissent l'indication première mais qui, peut-être, préviendront des chirurgies itératives ultérieures.

## CONCLUSION

La ligamentoplastie du LCA est une intervention extrêmement fréquente créditée d'excellents résultats. Il est donc primordial d'analyser et d'aborder les facteurs de risque de re-rupture. La pente tibiale et son retentissement sur la translation tibiale antérieure en appui monopodal statique sont devenus des facteurs essentiels à prendre en compte dans les ruptures du LCA. Leurs mesures devraient faire partie du bilan initial de prise en charge. L'ostéotomie tibiale de déflexion associée à la greffe du LCA est une proposition thérapeutique performante dans des indications précises. ■



**Congress President**

Vojtěch Havlas,  
Czech Republic

**Congress Scientific Programme Chair**

Thomas Tisher,  
Germany

**Congress Scientific Programme co-Chair**

Raghbir Khakha,  
UK

**Congress Scientific Programme co-Chair**

Radim Kalina,  
Czech Republic



**Join Us in Prague**  
20th - 22nd May 2026  
[esska.org](http://esska.org)

## Bibliographie

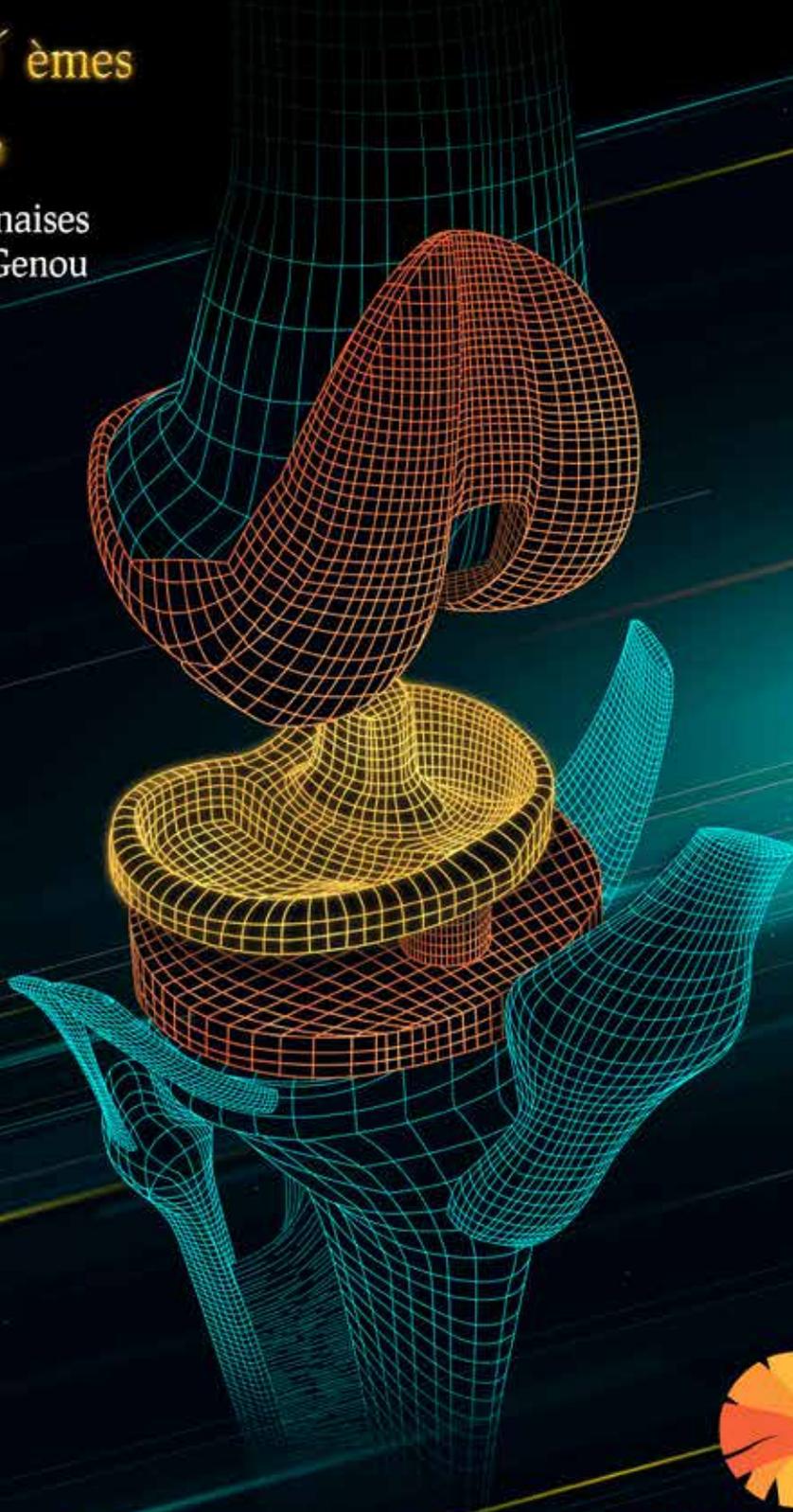
1. Saithna A, Monaco E, Carrozzo A, Marzilli F, Cardarelli S, Lagusis B, et al. Anterior Cruciate Ligament Revision Plus Lateral Extra-Articular Procedure Results in Superior Stability and Lower Failure Rates Than Does Isolated Anterior Cruciate Ligament Revision but Shows No Difference in Patient-Reported Outcomes or Return to Sports. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2023 Apr 1;39(4):1088–98.
2. Grassi A, Pizza N, Al-zu'bi BBH, Fabbro GD, Lucidi GA, Zaffagnini S. Clinical Outcomes and Osteoarthritis at Very Long-term Follow-up After ACL Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2022 Jan 1;10(1):23259671211062238.
3. Battaglia MJ, Cordasco FA, Hannafin JA, Rodeo SA, O'Brien SJ, Altchek DW, et al. Results of Revision Anterior Cruciate Ligament Surgery. *Am J Sports Med*. 2007 Dec 1;35(12):2057–66.
4. Cronström A, Tengman E, Häger CK. Return to Sports: A Risky Business? A Systematic Review with Meta-Analysis of Risk Factors for Graft Rupture Following ACL Reconstruction. *Sports Med*. 2023 Jan 1;53(1):91–110.
5. Vermeijden HD, Yang XA, Van Der List JP, DiFelice GS, Rademakers MV, Kerkhoffs GMMJ. Trauma and femoral tunnel position are the most common failure modes of anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020 Nov;28(11):3666–75.
6. Dan MJ, Wills DJ, Crowley JD, Cance N, Romandini I, Walsh WR, et al. Anterior cruciate ligament zoobiquity: Can man's best friend tell us we are being too cautious with the implementation of osteotomy to correct posterior tibial slope. *Knee surg sports traumatol arthrosc*. 2024 May;32(5):1071–6.
7. Dan MJ, Cance N, Pineda T, Demey G, Dejour DH. 4-6 degrees is the Target Posterior Tibial Slope post Tibial Deflection Osteotomy according to the Knee Static Anterior Tibial Translation. *Arthroscopy*. 2023 Jul 19;
8. Dini F, Tecame A, Ampollini A, Adravanti P. Multiple ACL Revision: Failure Analysis and Clinical Outcomes. *J Knee Surg*. 2021 Jul;34(08):801–9.
9. Moran TE, Driskill EK, Tagliero AJ, Klosterman EL, Ramamurti P, Reahl GB, et al. Combined Tibial Deflexion Osteotomy and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Improves Knee Function and Stability: A Systematic Review. *Journal of ISAKOS*. 2024 Jun 28;
10. Dejour D, Pungitore M, Valluy J, Nover L, Saffarini M, Demey G. Preoperative laxity in ACL-deficient knees increases with posterior tibial slope and medial meniscal tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019 Feb 1;27(2):564–72.
11. Lustig S, Scholes CJ, Leo SPM, Coolican M, Parker DA. Influence of soft tissues on the proximal bony tibial slope measured with two-dimensional MRI. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013 Feb 1;21(2):372–9.
12. Musahl V, Citak M, O'Loughlin PF, Choi D, Bedi A, Pearle AD. The Effect of Medial Versus Lateral Meniscectomy on the Stability of the Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee. *Am J Sports Med*. 2010 Aug;38(8):1591–7.
13. Forkel P, Reuter S, Sprenger F, Achnich A, Herbst E, Imhoff A, et al. Different patterns of lateral meniscus root tears in ACL injuries: application of a differentiated classification system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015 Jan;23(1):112–8.
14. Vieider RP, Mehl J, Rab P, Brunner M, Schulz P, Rupp MC, et al. Malrotated lateral knee radiographs do not allow for a proper assessment of medial or lateral posterior tibial slope. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2024;32(6):1462–9.
15. Brazier J, Migaud H, Gougeon F, Cotten A, Fontaine C, Duquenois A. Evaluation of methods for radiographic measurement of the tibial slope. A study of 83 healthy knees. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur*. 1996;82(3):195–200.
16. Cance N, Dan MJ, Pineda T, Demey G, Dejour DH. Radiographic Investigation of Differences in Static Anterior Tibial Translation With Axial Load Between Isolated ACL Injury and Controls. *Am J Sports Med*. 2024 Feb 1;52(2):338–43.
17. Romandini I, Cance N, Dan MJ, Pineda T, Pairo de Fontenay B, Demey G, et al. A non-weight bearing protocol after ACL reconstruction improves static anterior tibial translation in patients with elevated slope and increased weight bearing tibial anterior translation. *J EXP ORTOP*. 2023 Dec 20;10(1):142.
18. Guarino A, Pineda T, Giovannetti de Sanctis E, van Rooij F, Saffarini M, Dejour D. The Original Technique for Tibial Deflexion Osteotomy During Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Surgical Technique. *Arthroscopy Techniques*. 2024 Jan 1;13(1):102824.
19. Dejour D, Kuhn A, Dejour H. Osteotomie tibiale de déflexion et laxité chronique antérieure à propos de 22 cas. *Rev Chir Orthop* 1998 ; 84 SII : 28-29
20. 7èmes journées lyonnaises de chirurgie du genou - Lyon 1991 [Internet]. [cited 2024 Aug 23]. Available from: <http://lyon-knee-surgery.com/images/pdf/7%C3%A8mes%20journ%C3%A9es%20lyonnaises%20de%20chirurgie%20du%20genou%20-%20Lyon%201991/jdg-7/assets/basic-html/page-270.html>
21. Cance N, Dan MJ, Pineda T, Demey G, Dejour DH. Radiographic Investigation of Coronal Plane and Patellar Height and Changes Following Tibial Deflection Osteotomy for Correction of Tibial Slope in Combination With ACL Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2024 Jan 29;03635465231222643.
22. Napier RJ, Garcia E, Devitt BM, Feller JA, Webster KE. Increased Radiographic Posterior Tibial Slope Is Associated With Subsequent Injury Following Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2019 Nov 1;7(11):232596711987937.
23. Bernhardson AS, Aman ZS, Dornan GJ, Kemler BR, Storaci HW, Brady AW, et al. Tibial Slope and Its Effect on Force in Anterior Cruciate Ligament Grafts: Anterior Cruciate Ligament Force Increases Linearly as Posterior Tibial Slope Increases. *Am J Sports Med*. 2019 Feb;47(2):296–302.
24. Salmon LJ, Heath E, Akrawi H, Roe JP, Linklater J, Pinczewski LA. 20-Year Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring Tendon Autograft: The Catastrophic Effect of Age and Posterior Tibial Slope. *Am J Sports Med*. 2018 Mar 1;46(3):531–43.
25. Duerr R, Ormseth B, Adelstein J, Garrone A, DiBartola A, Kaeding C, et al. Elevated Posterior Tibial Slope Is Associated With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Failures: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arthroscopy*. 2023 May 1;39(5):1299–1309.e6.
26. Bargagliotti M, Benazzo F, Bellemans J, Truijen J, Pietrobono L, Formagnana M, et al. The Role of the Posterolateral Tibial Slope in the Rotational Instability of the Knee in Patients Affected by a Complete Isolated Anterior Cruciate Ligament Injury: Its Value in the Decision-Making Process during the Anterolateral Ligament Reconstruction. *Joints*. 2019 Sep;07(03):078–83.
27. Ni Q kun, Song G yang, Zhang Z jun, Zheng T, Feng Z, Cao Y wei, et al. Steep Posterior Tibial Slope and Excessive Anterior Tibial Translation Are Predictive Risk Factors of Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Failure: A Case-Control Study With Prospectively Collected Data. *Am J Sports Med*. 2020 Oct;48(12):2954–61.
28. Pineda T, Cance N, Dan MJ, Demey G, Dejour DH. Evaluation of Anterior Tibial Translation Under Physiological Axial Load After ACL Reconstruction With Lateral Extra-articular Tenodesis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2024 May;12(5):23259671241246111.
29. Onishi S, Kim Y, Nakayama H, Mansour AA, Lowe WR, Ollivier M. Infra-tubercle Anterior Closing Wedge Osteotomy Corrects Sagittal Alignment without Affecting Coronal Alignment or Patellar Height. *Journal of Clinical Medicine*. 2024 Jan;13(16):4715.
30. Demey G, Giovannetti de Sanctis E, Mesnard G, Müller JH, Saffarini M, Dejour DH. Posterior tibial slope correlated with metaphyseal inclination more than metaphyseal height. *Knee*. 2023 Oct 1;44:262–9.
31. Demey G, Giovannetti de Sanctis E, Mesnard G, Müller JH, Saffarini M, Dejour DH. Sufficient Metaphyseal Bone for Wedge Removal and Fixation Hardware During Supratuberosity Tibial Deflexion Osteotomy in Knees With Excessive Posterior Tibial Slope. *Am J Sports Med*. 2023 Jul 1;51(8):2091–7.
32. Dejour D, Rozinthe A, Demey G, van Rooij F, Saffarini M, ReSurg. First revision ACL reconstruction combined with tibial deflexion osteotomy improves clinical scores at 2 to 7 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2023 Oct 1;31(10):4467–73.
33. Rozinthe A, van Rooij F, Demey G, Saffarini M, Dejour D. Tibial slope correction combined with second revision ACLR grants good clinical outcomes and prevents graft rupture at 7–15-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022 Jul 1;30(7):2336–41.
34. Sonnery-Cottet B, Mogos S, Thauant M, Archbold P, Fayard JM, Freychet B, et al. Proximal Tibial Anterior Closing Wedge Osteotomy in Repeat Revision of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2014 Aug;42(8):1873–80.
35. Dejour D, Saffarini M, Demey G, Baverel L. Tibial slope correction combined with second revision ACL produces good knee stability and prevents graft rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015 Oct;23(10):2846–52.
36. Demey G, Mesnard G, Giovannetti de Sanctis E, Müller JH, Saffarini M, Dejour D. A Supratuberosity Anterior Closing-Wedge Proximal Tibial Osteotomy Increases Patellar Height: A Simulated Time Zero Uniplanar Radiographic Study. *Arthroscopy*. 2024 May 1;40(5):1544–1554.e1.
37. Illés T, Somoskeöy S. The EOSTM imaging system and its uses in daily orthopaedic practice. *International Orthopaedics (SICOT)*. 2012 Jul 1;36(7):1325–31.

# THE TOTAL KNEE ARTHROPLASTY

24 - 26 SEPTEMBER 2026  
LYON CONVENTION CENTRE

22<sup>èmes</sup>

Journées Lyonnaises  
de Chirurgie du Genou



LYON KNEE  
SCHOOL OF SURGERY