



HAL
open science

Évaluation clinique, laximétrique et radiographique d'une série de 74 patients opérés d'une ligamentoplastie du croisé antérieur selon la technique de Kenneth-Jones

Émilien Michel

► **To cite this version:**

Émilien Michel. Évaluation clinique, laximétrique et radiographique d'une série de 74 patients opérés d'une ligamentoplastie du croisé antérieur selon la technique de Kenneth-Jones. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03100369

HAL Id: dumas-03100369

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03100369>

Submitted on 6 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
Par
Emilien MICHEL

le 9 octobre 2020

TITRE

Evaluation clinique, laximétrique et radiographique d'une série de 74 patients
opérés d'une ligamentoplastie du croisé antérieur
selon la technique de Kenneth-Jones.

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Florent GAILLARD

JURY

Président:

Monsieur le Professeur François CANOVAS

Assesseurs:

Monsieur le Professeur Jérôme COTTALORDA

Monsieur le Professeur Bertrand COULET

Monsieur le Docteur Florent GAILLARD

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
Par
Emilien MICHEL

le 9 octobre 2020

TITRE

Evaluation clinique, laximétrique et radiographique d'une série de 74 patients
opérés d'une ligamentoplastie du croisé antérieur
selon la technique de Kenneth-Jones.

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Florent GAILLARD

JURY

Président:

Monsieur le Professeur François CANOVAS

Assesseurs:

Monsieur le Professeur Jérôme COTTALORDA

Monsieur le Professeur Bertrand COULET

Monsieur le Docteur Florent GAILLARD

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

ALLIEU Yves	CALLIS Albert	JAFFIOL Claude	NAVRATIL Henri
ALRIC Robert	CANAUD Bernard	JANBON Charles	OTHONIEL Jacques
ARNAUD Bernard	CHAPTAL Paul-André	JANBON François	PAGES Michel
ASTRUC Jacques	CIURANA Albert-Jean	JARRY Daniel	PEGURET Claude
AUSSILLOUX Charles	CLOT Jacques	JOURDAN Jacques	PELISSIER Jacques
AVEROUS Michel	COSTA Pierre	LAFFARGUE François	POUGET Régis
AYRAL Guy	D'ATHIS Françoise	LALLEMANT Jean Gabriel	PUJOL Henri
BAILLAT Xavier	DEMAILLE Jacques	LAMARQUE Jean-Louis	RABISCHONG Pierre
BALDET Pierre	DESCOMPS Bernard	LAPEYRIE Henri	RAMUZ Michel
BALDY-MOULINIER Michel	DIMEGLIO Alain	LE QUELLEC Alain	RIEU Daniel
BALMES Jean-Louis	DUBOIS Jean Bernard	LESBROS Daniel	ROCHEFORT Henri
BALMES Pierre	DUJOLS Pierre	LOPEZ François Michel	ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
BANSARD Nicole	DUMAS Robert	LORIOT Jean	SAINT AUBERT Bernard
BAYLET René	DUMAZER Romain	LOUBATIERES Marie Madeleine	SANCHO-GARNIER Hélène
BILLIARD Michel	ECHENNE Bernard	MAGNAN BORNIER Bernard	SANY Jacques
BLARD Jean-Marie	FABRE Serge	MARY Henri	SEGNARBIEUX François
BLAYAC Jean Pierre	FREREBEAU Philippe	MATHIEU-DAUDE Pierre	SENAC Jean-Paul
BLOTMAN Francis	GALIFER René Benoît	MEYNADIER Jean	SERRE Arlette
BONNEL François	GODLEWSKI Guilhem	MICHEL François-Bernard	SOLASSOL Claude
BOURGEOIS Jean-Marie	GRASSET Daniel	MION Charles	THEVENET André
BRUEL Jean Michel	GUILHOU Jean- Jacques	MION Henri	VIDAL Jacques
BUREAU Jean-Paul	HERTAULT Jean	MIRO Luis	VISIÉ Jean Pierre
BRUNEL Michel	HUMEAU Claude	NAVARRO Maurice	

Professeurs Émérites

ARTUS Jean-Claude	MARES Pierre
BLANC François	MAUDELONDE Thierry
BOULENGER Jean-Philipp	MAURY Michèle
BOURREL Gérard	MILLAT Bertrand
BRINGER Jacques	MONNIER Louis
CLAUSTRES Mireille	MOURAD Georges
DAURES Jean-Pierre	PREFAUT Christian
DAUZAT Michel	PUJOL Rémy
DAVY Jean-Marc	RIBSTEIN Jean
DEDET Jean-Pierre	SCHVED Jean-François
ELEDJAM Jean-Jacques	SULTAN Charles
GROLLEAU RAOUX Robe	TOUCHON Jacques
GUERRIER Bernard	UZIEL Alain
GUILLOT Bernard	VOISIN Michel
LANDAIS Paul	ZANCA Michel

PU-PH de classe exceptionnelle

ALBAT Bernard	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
ALRIC Pierre	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
BACCINO Eric	Médecine légale et droit de la santé
BASTIEN Patrick	Parasitologie et mycologie
BLAIN Hubert	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
BONAFE Alain	Radiologie et imagerie médicale
CAPDEVILA Xavier	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CHAMMAS Michel	Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
COMBE Bernard	Rhumatologie
COTTALORDA Jérôme	Chirurgie infantile
COUBES Philippe	Neurochirurgie
COURTET Philippe	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
CRAMPETTE Louis	Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul	Biochimie et biologie moléculaire
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel	Médecine d'urgence
DE WAZIERES Benoît	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DELAPORTE Eric	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMOLY Pascal	Pneumologie ; addictologie
DOMERGUE Jacques	Chirurgie viscérale et digestive
DUFFAU Hugues	Neurochirurgie
ELIAOU Jean François	Immunologie
FABRE Jean Michel	Chirurgie viscérale et digestive
FRAPIER Jean-Marc	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
HAMAMAH Samir	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale

HEDON Bernard	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
HERISSON Christian	Médecine physique et de réadaptation
JABER Samir	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
JEANDEL Claude	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JONQUET Olivier	Médecine intensive-réanimation
JORGENSEN Christian	Thrapeutique ; mpdecine d'urgence ; addictologie
KOTZKI Pierre Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
LABAUGE Pierre	Neurologie
LARREY Dominique	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
LEFRANT Jean-Yves	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
LUMBROSO Serge	Biochimie et Biologie moléculaire
MARTY-ANE Charles	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MERCIER Jacques	Physiologie
MESSNER Patrick	Cardiologie
MONDAIN Michel	Oto-rhino-laryngologie
MORIN Denis	Pédiatrie
PAGEAUX Georges-Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PUJOL Pascal	Biologie cellulaire
QUERE Isabelle	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
RENARD Eric	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques	Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIPART Jacques	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
ROUANET Philippe	Cancérologie ; radiothérapie
SOTTO Albert	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TAOUREL Patrice	Radiologie et imagerie médicale
VANDE PERRE Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YCHOU Marc	Cancérologie ; radiothérapie

PU-PH de 1^{re} classe

AGUILAR MARTINEZ Patricia	Hématologie ; transfusion
ASSENAT Éric	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
AVIGNON Antoine	Nutrition
AZRIA David	Cancérologie ; radiothérapie
BAGHDADLI Amaria	Pédopsychiatrie ; addictologie
BEREGI Jean-Paul	Radiologie et imagerie médicale
BLANC Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric	Chirurgie viscérale et digestive
BOULOT Pierre	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CAMBONIE Gilles	Pédiatrie
CAMU William	Neurologie
CANOVAS François	Anatomie
CAPTIER Guillaume	Anatomie
CARTRON Guillaume	Hématologie ; transfusion
CAYLA Guillaume	Cardiologie
CHANQUES Gérald	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CORBEAU Pierre	Immunologie
COSTES Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
COULET Bertrand	Chirurgie orthopédique et traumatologique
CYTEVAL Catherine	Radiologie et imagerie médicale
DADURE Christophe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DAUVILLIERS Yves	Physiologie
DE TAYRAC Renaud	Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DE VOS John	Histologie, embryologie et cytogénétique
DEMARIA Roland	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire

DEREURE Olivier	Dermatologie - vénéréologie
DROUPY Stéphane	Urologie
DUCROS Anne	Neurologie
DUPEYRON Arnaud	Médecine physique et de réadaptation
FESLER Pierre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GARREL Renaud	Oto-rhino-laryngologie
GENEVIEVE David	Génétique
HAYOT Maurice	Physiologie
KLOUCHE Kada	Médecine intensive-réanimation
KOENIG Michel	Génétique
LAFFONT Isabelle	Médecine physique et de réadaptation
LAVABRE-BERTRAND Thierry	Histologie, embryologie et cytogénétique
LAVIGNE Jean-Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LE MOING Vincent	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LECLERCQ Florence	Cardiologie
LEHMANN Sylvain	Biochimie et biologie moléculaire
MARIANO-GOULART Denis	Biophysique et médecine nucléaire
MATECKI Stéfan	Physiologie
MEUNIER Laurent	Dermato-vénéréologie
MOREL Jacques	Rhumatologie
NAVARRO Francis	Chirurgie viscérale et digestive
NOCCA David	Chirurgie viscérale et digestive
PETIT Pierre	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PERNEY Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PRUDHOMME Michel	Anatomie
PUJOL Jean Louis	Pneumologie ; addictologie
PURPER-OUAKIL Diane	Pédopsychiatrie ; addictologie

TOUITOU Isabelle

Génétique

TRAN Tu-Anh

Pédiatrie

VERNHET Hélène

Radiologie et imagerie médicale

PU-PH de 2ème classe

BOURDIN Arnaud

Pneumologie ; addictologie

CANAUD Ludovic

Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)

CAPDEVIELLE Delphine

Psychiatrie d'Adultes ; addictologie

CLARET Pierre-Géraud

Médecine d'urgence

COLOMBO Pierre-Emmanuel

Cancérologie ; radiothérapie

COSTALAT Vincent

Radiologie et imagerie médicale

CUVILLON Philippe

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DAIEN Vincent

Ophtalmologie

DORANDEU Anne

Médecine légale et droit de la santé

FAILLIE Jean-Luc

Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

FUCHS Florent

Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

GABELLE DELOUSTAL Audrey

Neurologie

GAUJOUX Viala Cécile

Rhumatologie

GODREUIL Sylvain

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

GUILLAUME Sébastien

Psychiatrie d'adultes ; addictologie

GUILPAIN Philippe

Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie

GUIU Boris

Radiologie et imagerie médicale

HERLIN Christian

Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brulologie

HOUEDE Nadine

Cancérologie ; radiothérapie

JACOT William

Cancérologie ; Radiothérapie

JUNG Boris

Médecine intensive-réanimation

KALFA Nicolas

Chirurgie infantile

KOUYOUMDJIAN Pascal	Chirurgie orthopédique et traumatologique
LACHAUD Laurence	Parasitologie et mycologie
LALLEMANT Benjamin	Oto-rhino-laryngologie
LE QUINTREC DONNETTE Moglie	Néphrologie
LETOUZEY Vincent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LONJON Nicolas	Neurochirurgie
LOPEZ CASTROMAN Jorge	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric	Rhumatologie
MAURY Philippe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
MILLET Ingrid	Radiologie et imagerie médicale
MORANNE Olivier	Néphrologie
MURA Thibault	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NAGOT Nicolas	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
PANARO Fabrizio	Chirurgie viscérale et digestive
PARIS Françoise	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PASQUIE Jean-Luc	Cardiologie
PELLESTOR Franck	Histologie, embryologie et cytogénétique
PEREZ MARTIN Antonia	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
POUDEROUX Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIGAU Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
RIMIER François	Pédiatrie
ROGER Pascal	Anatomie et cytologie pathologiques
ROSSI Jean François	Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François	Cardiologie
SEBBANE Mustapha	Médecine d'urgence
SIRVENT Nicolas	Pédiatrie
SOLASSOL Jérôme	Biologie cellulaire

STOEBNER Pierre

Dermato-vénéréologie

SULTAN Ariane

Nutrition

THOUVENOT Éric

Neurologie

THURET Rodolphe

Urologie

VENAIL Frédéric

Oto-rhino-laryngologie

VILLAIN Max

Ophtalmologie

VINCENT Denis

Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement,
médecine générale, addictologie

VINCENT Thierry

Immunologie

WOJTUSCISZYN Anne

Endocrinologie-diabétologie-nutrition

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

1^{re} classe :

COLINGE Jacques (Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes)

2^{ème} classe :

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila (Biochimie et biologie moléculaire)

VISIÉ Laurent (Sociologie, démographie)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

1^{re} classe :

LAMBERT Philippe

2^{ème} classe :

AMOUYAL Michel

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard

DAVID Michel

GARCIA Marc

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine

BESSIS Didier (Dermato-vénérologie)

MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

MULLER Laurent (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

PERRIGAULT Pierre-François (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)

Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

MCU-PH Hors classe

BADIOU Stéphanie

Biochimie et biologie moléculaire

BOULLE Nathalie

Biologie cellulaire

CACHEUX-RATABOUL Valère

Génétique

CARRIERE Christian

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

CHARACHON Sylvie

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

FABBRO-PERAY Pascale

Epidémiologie, économie de la santé et prévention

GIANSILY-BLAIZOT Muriel

Hématologie ; transfusion

HILLAIRE-BUYS Dominique

Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

PUJOL Joseph

Anatomie

RICHARD Bruno

Médecine palliative

RISPAIL Philippe

Parasitologie et mycologie

SEGONDY Michel

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

MCU-PH de 1^{re} classe

BERTRAND Martin	Anatomie
BOUDOUSQ Vincent	Biophysique et médecine nucléaire
BOURGIER Céline	Cancérologie ; Radiothérapie
BRET Caroline	Hématologie biologique
COSSEE Mireille	Génétique
GIRARDET-BESSIS Anne	Biochimie et biologie moléculaire
LAVIGNE Géraldine	Hématologie ; transfusion
LESAGE François-Xavier	Médecine et Santé au Travail
MATHIEU Olivier	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas	Radiologie et imagerie médicale
MOUZAT Kévin	Biochimie et biologie moléculaire
OLIE Emilie	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
PANABIERES Catherine	Biologie cellulaire
PHILIBERT Pascal	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
RAVEL Christophe	Parasitologie et mycologie
SCHUSTER-BECK Iris	Physiologie
STERKERS Yvon	Parasitologie et mycologie
THEVENIN-RENE Céline	Immunologie
TUAILLON Edouard	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

MCU-PH de 2^{ème} classe

CHIRIAC Anca	Immunologie
DE JONG Audrey	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DU THANH Aurélie	Dermato-vénéréologie
GOUZI Farès	Physiologie

HERRERO Astrid	Chirurgie viscérale et digestive
JEZIORSKI Éric	Pédiatrie
KUSTER Nils	Biochimie et biologie moléculaire
MAKINSON Alain	Maladies infectieuses, Maladies tropicales
PANTEL Alix	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
PERS Yves-Marie	Thérapeutique; addictologie
ROUBILLE Camille	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SZABLEWSKY	Anatomie et cytologie pathologiques

Maîtres de Conférences des Universités - Médecine Générale

MCU-MG de 1^{re} classe

COSTA David

MCU-MG de 2^{ème} classe

FOLCO-LOGNOS Béatrice

OUDE ENGBERINK Agnès

Maîtres de Conférences associés - Médecine Générale

LOPEZ Antonio

MILLION Elodie

PAVAGEAU Sylvain

REBOUL Marie-Catherine

SERAYET Philippe

Praticiens Hospitaliers Universitaires

BARATEAU Lucie	Physiologie
BASTIDE Sophie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
DAIEN Claire	Rhumatologie
GATINOIS Vincent	Histologie, embryologie et cytogénétique
GOULABCHAND Radjiv	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
LATTUCA Benoit	Cardiologie
MIOT Stéphanie	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PINETON DE CHAMBRUN Guillaume	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
SOUCHE François-Régis	Chirurgie viscérale et digestive

REMERCIEMENTS

Aux membres du jury :

Monsieur le Professeur François CANOVAS qui me fait l'honneur de présider cette thèse. Vos connaissances et votre rigueur chirurgicale sont pour moi un modèle. Ce fut un honneur de pouvoir apprendre à vos côtés.

Veillez croire en l'expression de mon plus profond respect.

Monsieur le Professeur Jérôme COTTALORDA pour votre enseignement en orthopédie pédiatrique. Vous me faites l'honneur de juger mon travail de thèse. Votre renommée suscite l'admiration. Merci pour votre compagnonnage au bloc opératoire.

Soyez assuré de mon plus profond respect.

Monsieur le Professeur Bertrand COULET pour votre enseignement en orthopédie du membre supérieur. Vous me faites l'honneur de juger mon travail de thèse. J'admire votre capacité à transmettre votre savoir aux internes.

Veillez trouver ici le témoignage de ma profonde estime.

Monsieur le Docteur Florent GAILLARD pour avoir accepté de diriger mon travail de thèse. J'admire ta technique chirurgicale. Tes qualités humaines sont admirables.

Soit assuré de toute ma gratitude.

A ma famille :

A mes parents, **Françoise et Jean MICHEL**, pour m'avoir toujours soutenu, même quand maman se demandait "Mais qu'est-ce qu'on va faire de toi ?". Merci pour votre éducation, votre bienveillance, et pour m'avoir encouragé dans ce projet professionnel.

A **mamie Augustine**, qui me parle de ma thèse depuis longtemps. Merci de ton soutien.

A **Yann**, tu es le premier de la fratrie, tu as su nous montrer l'exemple. Tu es également le premier docteur de la famille, même si maman ne peut pas en témoigner.

A **Pierre-Alan**, le plus gentil de la famille. Tu es un modèle pour moi, je suis fier de t'avoir comme parrain.

A **Gaël**, dont j'ai été le plus proche. Je t'ai souvent suivi dans tes passions quand j'étais petit, qu'il s'agisse de skateboard ou d'observer les oiseaux aux jumelles. C'est merveilleux de te voir continuer à les partager aujourd'hui avec tes enfants.

A **Marion**, tu es toujours gentille et souriante, j'espère qu'on pourra bientôt surfer ensemble !

A **Caroline**, tu es une maman incroyable, hyper organisée, et tes gâteaux/œuvres d'arts ne cesseront pas de nous impressionner.

A **Anaïs**, j'apprécie beaucoup parler avec toi, ta compagnie est toujours très agréable.

A **Titouan** touan touan, le pro de la draisienne.

A **Mahé**, deux beaux yeux bleus de plus dans la famille.

A **Sterenn**, la plus grande de mes petites nièces. Ne grandit pas trop vite, et conserve cette gentillesse et cette bienveillance qui te caractérise.

A **Nono** qui n'a plus peur de son tonton, même quand il se transforme en monstre. J'espère pouvoir encore longtemps te faire faire des acrobaties.

A **Lilwenn**, ma petite filleule, tellement mignonne surtout quand elle dit "nian".

A **Jeanne** qui est déjà bilingue. J'ai hâte de t'écouter jouer du violon !

A **Marcel**, mon petit filleul, fort et courageux. Le premier chevalier qui chassait les dragons en tutu.

A **Emile**, bienvenu dans la famille !

A **Gwenolla, Erwan** et **Stevan**, c'est un plaisir de vous revoir à chaque évènement familial.

A **Jean Pierre et Marité**, pour leur gentillesse et pour les meilleurs tiramisus du Finistère.

A **Céline** et **Julien, Mathieu et Alexandre**, je vous embrasse.

A **Christine**, toujours là pour nous emmener à l'aéroport, nous donner des petits plats, nous inviter à manger. Merci pour toutes vos attentions, et surtout pour les cookies !

A **Thierry et Virginie**, c'est toujours un plaisir de venir manger chez vous. Nous apprécions beaucoup les conseils de Thierry, qu'il s'agisse de finances, de logements ou de potager.

A **Juliette**, c'est un plaisir de t'avoir rencontrée.

A **Stéphane et Mathys**, pour leur franc parlé et leur cerveau hors norme.

Une pensée pour mon **Papi**, pour **Tante Guite** et pour **Tante D**.

Aux orthopédistes Montpelliérains :

Aux chefs des membres inférieurs :

A **Patrick** et son éternelle jeunesse, merci d'avoir autant contribué à ma formation pratique.

A **Mazen**, pour ton enseignement et tes barbecues. Tes connaissances théoriques sont incroyables, d'où le fameux dicton: "en orthopédie il y a une classification pour tout, et Mazen la connaît".

A **Louis**, tu es toujours là pour essayer de tirer le meilleur de nous-même. Tel un berger entouré de ses chèvres tu veilles sur nous. Welcome home !

A **Lamine**, l'artisan bijoutier du service, l'irremplaçable.

A **Julien**, le quatre-quarts du service (25% de gras sur la balance), qui m'aura tiré sur la corde jusqu'au bout. Telle une victime avec son bourreau j'aurais fini par développer un syndrome de Stockholm. Merci pour tous tes conseils et tous ces bons moments passés au bloc opératoire.

A **Léo Nanty**, qui me fait culpabiliser à chaque fois que je prends un gobelet plastique. "Save the meniscus and the turtles". C'est toujours un plaisir de travailler avec toi.

A **Léonard**, dont le brushing est toujours impeccable (on ne peut pas en dire autant de tes hallux). Tellement parfait que tu as failli détrôner FG dans le cœur de Lisa.

Au **Professeur Philippe MAURY**, que je n'ai pas oublié.

A **Camille**, notre championne de boxe. J'ai beaucoup apprécié opérer avec toi cette année. Cette astreinte passée à comprimer les vaisseaux iliaques en attendant les vasculaires restera gravée dans ma mémoire.

A **Hassen**, toujours calme et agréable, en toute circonstance.

A **Thomas Sanchez**, avec qui j'ai beaucoup apprécié travailler. Cette journée canyoning que tu avais organisé avec tout le service était magique.

A **Thibault Rodriguez**, c'était un plaisir d'avoir travaillé avec toi. Je te souhaite le meilleur à beautiful sun.

A **Etienne et Clément**, c'était sympa d'avoir travaillé avec vous.

A **François Lozach et Nicolas Pellegrini**, mes premiers chefs, merci de votre patience, le début n'a pas toujours été facile.

Aux chefs des membres supérieurs

Au **Professeur Chammas**, vos connaissances et vos qualités chirurgicales sont remarquables. Merci pour votre enseignement.

A **Cyril Lazerges**, pour ton enseignement et ta sympathie.

A **Benjamin**, avec qui j'ai passé deux mois de folie. Je garderai d'excellents souvenirs de mon passage avec toi. On est toujours sûr de passer un bon moment en ta compagnie.

A **l'inspecteur Carré**, comme un carré. Tu auras été le premier à m'accueillir en orthopédie, dans ce petit bureau d'ortho 1. Tes conseils sont toujours précieux.

A **Charline**, toujours dispo pour venir mettre un point sur une veine céphalique, même à 3h du matin.

A **Léo Chiche**, "chirurgien du membre supérieur", qui sait parfaitement enseigner quelles sont les qualités requises pour faire un bon interne.

A **Geert**, pour avoir été mon premier chef de membre supérieur.

A **Lionel**, pour ton précieux apprentissage, sur fond de chanson française.

Aux docteurs **Toffoli** et **Djerbi**.

Aux chefs d'orthopédie pédiatrique

A **Djamel**, si précieux dans mon apprentissage de l'orthopédie pédiatrique. La porte de ton bureau était toujours ouverte, pour le travail scientifique ou juste pour boire un café, parfois accompagné de dattes ou de petits gâteaux. Ton parfum vanille m'aura valu plusieurs fois les questionnements de ma copine en rentrant le soir.

A **Marion**, j'ai apprécié travailler avec toi, merci pour tout ton enseignement.

A **Pauline**, dont je n'oublierai pas les précieux conseils chirurgicaux en pédiatrie.

A **Clément**, toujours sympa et souriant.

A **Petre**, pour ton enseignement du rachis pédiatrique.

A **Fanny**, pour ta gentillesse et ton enseignement.

Aux chefs Nîmois

Au **Professeur Kouyoumdjian**, pour votre enseignement et vos qualités humaines. Soyez assuré de mon plus profond respect.

A **Aymeric**, j'ai beaucoup apprécié travailler avec toi. Tu es un modèle de rigueur.

A **Philippe, Olivier et Jean Mi**, pour votre enseignement. Vos qualités chirurgicales dans vos domaines respectifs sont remarquables.

A **Rémi**, pour ton implication dans les travaux scientifiques des internes et pour ta sympathie.

A **Bernard**, pour les carottes et mes premières interventions en complète autonomie.

A **JSK, Eric, Alexandre, Stanislas, François et Régis**, ça a été un plaisir de travailler avec vous.

Aux chefs biterrois :

A **Jean-Yves Camous**, pour m'avoir fait faire mes premières PTG et PTH. Merci pour votre sympathie, c'était un plaisir de travailler avec vous.

A **Valeriu**, tu es toujours calme et perfectionniste, c'est un bonheur d'avoir appris à tes côtés.

A **Charles**, pour ton enseignement et ta sympathie.

A **Fabrice**, avec qui j'aurais passé de bons moments au bloc, et pour les "Qu'est-ce qu'on fait déjà ?".

A **Salah Gati** et **Nicolaï**, pour tous les bons moments passés au bloc.

Aux chefs de Sète :

Aux Docteurs **Hamitouche**, **Ledoux** et **Lamoudi**, pour m'accueillir dans votre service.

Aux autres chefs :

Les Dijonnais : Dr **Labattut** et **Mukish** pour m'avoir donné envie de faire de l'orthopédie.

Les Internes :

Les orthopédistes :

A la **TTGS** (qui ne l'est pas tant que ça), pour cet incroyable premier semestre passé à couper les fils et mettre les arthromoteurs.

A **Emmanuelle**, en souvenir de ta magnifique première (et seconde) réduction d'épaule, et des bons moments passés à respirer du MEOPA pendant les gardes nîmoises.

A **Edouard**, pour le plaisir de tous ces semestres passés ensemble.

A **Valentin**, éclate-toi bien à la Réunion, tu nous enverras des photos !

A **Tarikos**, le roi de l'os, pour tes conseils financiers ("Achète toi une Rolex fils")

A **PE**, l'intellectuel de la promo, toujours chaud pour manger des grillons.

A **Paul**, avec qui je n'ai jamais eu la chance d'être cointerne.

A **Gatti**, pour ta sympathie et ta nonchalance.

A **Karlito**, le distributeur de pièces du service.

A **Aurélie** pour ta sympathie.

A **Julie**, alias **fraicheur**, pour les bons moments partagés ce semestre et à l'AFCP.

A **Tom**, alias **poney**, le meilleur d'entre nous. Reviennns !

A **Manu**, le Cristiano Ronaldo de l'orthopédie, pour tes supers soirées Fifa-Pizza-Bières.

A **Olivier**, la seule personne plus rapide que moi sur la piste cyclable.

A **Chaton**, qui devrait monter un business chirurgical avec les grand-mères (en collaboration avec Georges qui s'occuperait des travailleurs manuels de 40 à 60 ans, roumains de préférence).

A **Godefroy**, "qui vient de Paris", pour ta sympathie, on passe toujours de bons moments avec toi.

A **Lisssssssa**, qui n'est pas sûre de venir à ma thèse car je ne suis pas drôle.

A **Sarah**, content de te revoir parmi nous.

A **Elias**, pour les bons moments passés chez Manu à perdre à Fifa.

A **Thomas Grosso**, que je vais pouvoir martyriser à Sète.

A **Thomas Guiraud**, l'inventeur de la prothèse inversée de hanche.

A **Hanna**, qui répond à son chef en 1^{er} semestre.

A **Lara**, et aux autres internes avec qui je n'ai pas encore eu le plaisir de travailler.

Aux pharmaciens du service : **Anas, Annabelle, Méli-Mélo, Cathoche, Marion, Pierre et Arnaud.**

Aux FFI avec qui j'ai passé de bons moments **Elyes, Hachem, Hicham, Hamid.**

A **Georges**, avec qui on peut rire de tout (tant que ça ne parle pas d'enfants ou de sa femme).

Tu feras un papa merveilleux, je te souhaite plein de bonheur avec ton fils.

A **Haroun**, qui m'a tant appris à mes débuts. Je me souviendrai de tous les bons moments passés à l'internat de Saint-Eloi.

Aux autres internes :

A **Robin**, pour ce bon moment passé à prélever des organes au 1^{er} mois de mon internat.

A **Eléonore, Matthieu et Benoit** pour ce super semestre biterrois.

Aux cardiologues :

A **Elvira**, pour les bons moments passés à l'internat de Saint-Eloi.

A **Anne Sophie**, qui a accepté de prêter ses genoux pour la machine !

A **Romu**, qui me met une pression énorme pour que je fasse des gosses avec Laura.

Aux infirmiers :

Les IBODES :

A **Pierre**, qui joue un peu trop, mais que j'aurai peut-être plaisir à revoir sur Sète.

A **Julie**, qu'on a hâte de retrouver.

A **Ignacio** (qui préfère les noms de chips), **JP, Daniel, Flo, "Flo de nuit", Jef, Seb, Marion, Maria, Brahim, Elyette**, pour votre sympathie et les bons moments passés au bloc.

Dans le service :

A **Marina**, qui m'a connu bébé chez le padre, pour ton franc parlé.

A **Flo, Fanny, Nolwenn, Thaïs, Lise, Marie, Marine, Karima, Marion, Joséphine, Justine, Chantal, Martine**, pour votre gentillesse et votre bienveillance.

A **Jean Paulo**, pour tes conseils avisés et les discussions à l'internat.

Aux copains :

A **Cédric**, pour tous les bons moments passés ensemble, notamment pour ce voyage au Pérou. Merci de nous avoir présenté aux semurois avec qui on passe toujours de bonnes vacances. Et merci à **Camille**, qui est capable de danser mieux que tout le monde après avoir eu le 4^{ème} roi. Bravo pour la toge, tu es une vraie artiste! Vous êtes des amis sur qui on peut compter, je suis content de partager ce moment avec vous.

A **Maximilien**, pour ton humour au top et pour tous les bons moments partagés. Merci de m'avoir soutenu en 1^{ère} année, à coup de conf-McDo chez toi. C'est toujours un plaisir de venir te voir à Paris et de t'écouter raconter l'histoire de France à chaque coin de rue. Et merci à **Laura** qui m'aura initié aux brochettes et que j'ai eu plaisir à rencontrer.

A **Xavier**, le binôme infernal de Laura. J'espère qu'on finira par te convaincre de nous rejoindre à Sète ! Et merci à **Charline**, pour qui la réduction d'épaule n'a plus aucun secret. C'est toujours un plaisir de vous retrouver au resto ou pour boire un verre.

A **Salma** et **Rémi**, les parents parfaits. C'est toujours amusant de prendre des nouvelles de vos vies professionnelles (entre "cauchemar en clinique" et la vie intense d'étudiant infirmier).

A **Claire** et **Thomas**, avec qui il faut prévoir les RDV 6 mois à l'avance pour pouvoir faire un resto. Mais bon, ça vaut le coup !

A **Benoit**, pour toutes tes histoires sentimentales que nos amies (surtout Laura et Claire) suivent avec beaucoup d'attention.

A **Constance**, pour tous ces bons moments passés en vacances avec les semurois.

A **Gaimard**, que je salue à l'autre côté de la planète.

Aux semurois : **Mitch, Tatthieu, Yohan, Chloé, Antoine, Thomas, Pinter**, pour les toc toc toc, les bafalous et les parties de cube.

A **Laura**, ma petite Chouchoune, pour ces 5 années (5 mois ?) de bonheur (et un filet-o-fish). Une première rencontre marquée sous le signe du zèbre et de la moutarde, et 40% d'amour à base de citrouille toujours dans le coffre de ta voiture. Tu es toujours partante pour partir à l'aventure, et chaque voyage avec toi me laisse des souvenirs impérissables (tels que se baigner dans un volcan islandais sous la neige, nager avec les dauphins à Zanzibar, galoper dans Monument Valley et traverser le Sahara à dos de chameaux). J'apprécie chaque instant passé à tes côtés, je t'aime.

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations

Première partie : Introduction

- I. Anatomie du ligament croisé antérieur**
- II. Evolution naturelle d'une rupture du ligament croisé antérieur**
 - A. Conséquences cinématiques
 - B. Evolution arthrosique
- III. Epidémiologie**
- IV. Histoire de la reconstruction du LCA**
 - A. La suture
 - B. La ligamentoplastie
 - C. Le contrôle de la laxité rotatoire
 - D. Les principales techniques de réalisation du tunnel fémoral
- V. Les techniques actuelles de reconstruction**
 - A. Les différentes techniques décrites
 - B. La procédure chirurgicale réalisée dans le service: technique de Kenneth-Jones
- VI. La laximétrie instrumentale**
 - A. Introduction
 - B. Le GNRB

Deuxième partie : Etude clinique

- I. Introduction**
- II. Matériel**
 - A. Type d'étude
 - B. Objectif de l'étude
 - C. Critères d'inclusion et d'exclusion
- III. Méthodes**
 - A. Recueil clinique

- B. Evaluation laximétrique
- C. Evaluation radiographique

IV. Notre série

- A. Population de l'étude
- B. Données préopératoire
 - B.1. Lésions associées
 - B.2. Laximétrie
- C. Données peropératoires
- D. Données postopératoires

V. Résultats post opératoires

- A. Résultats fonctionnels
- B. Résultats laximétriques
 - a. Comparaison des laximétries pré et post-opératoires
 - b. Etude de la laxité préopératoire
 - c. Etude de la laxité résiduelle post-opératoire
 - d. Recherche de facteurs prédictifs de la laxité résiduelle
 - e. Etude des courbes ROC
- C. Résultats radiographiques
- D. Complications

VI. Discussion

- A. Indications thérapeutiques
- B. Technique chirurgicale
- C. Résultats fonctionnels
- D. Résultats laximétriques
- E. Résultats radiographiques
 - 1. Positionnement du tunnel fémoral
 - 2. Technique de mesure
- F. Complications

VII. Conclusion

LISTE DES ABREVIATIONS :

AMP : Antero Medial Portal

ARPEGE : Association pour la Recherche et la Promotion de l'Etude du Genou

BTB : Bone-Tendon-Bone

DIDT : Droit Interne Demi-Tendineux

GNRB : GeNouRob

IKDC : International Knee Documentation Committee

IMC : Indice de Masse Corporelle

KJ : Kenneth-Jones

KOOS : Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score

LCA : Ligament Croisé Antérieur

OI : Outside-In

ROC : Receiver Operating Characteristic

PIA : Plastie Intra Articulaire

PEA : Plastie Extra Articulaire

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION

I. ANATOMIE DU LIGAMENT CROISE ANTERIEUR

Le ligament croisé antérieur (LCA) s'insère sur le versant antérieur de l'aire intercondyloire antérieure du tibia et la partie postérieure de la face axiale du condyle latéral fémoral. Sa portion intra-articulaire mesure en moyenne 28 à 31mm [1].

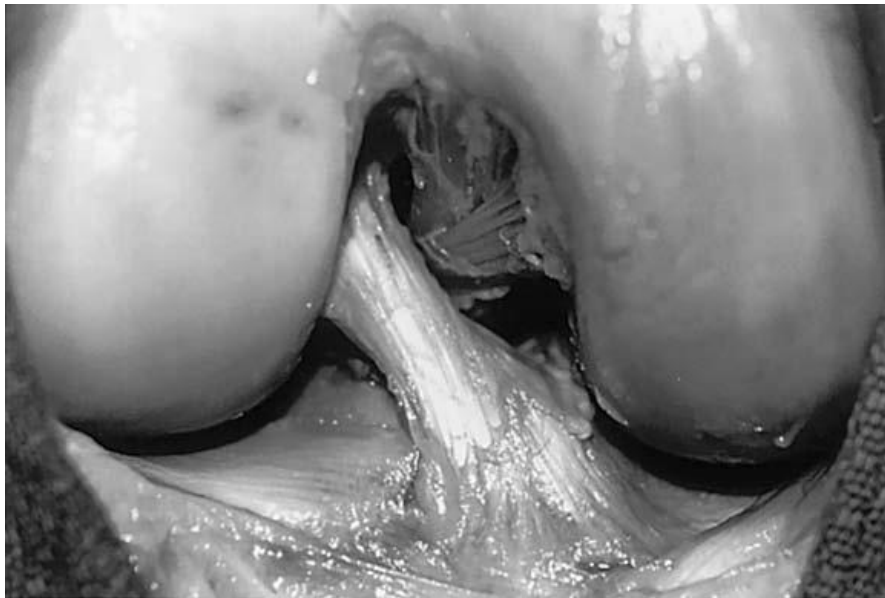


Figure 1. Aspect du LCA, pièce anatomique

Source : Gregory C. Fanelli. The multiple ligament injured knee, a practical guide to management

Il est composé de deux faisceaux : antéro médial et postéro latéral. La tension de ces deux faisceaux ne survient pas au même degré dans le mouvement de flexion du genou.

Le faisceau postéro latéral est tendu en extension complète du genou, relâché de 5-6mm en flexion médiane, puis resserré de nouveau au-delà de 90° de flexion. Le faisceau antéro médial se tend au fur et à mesure de la flexion et présente une plus faible variation de longueur de l'ordre de 2-3mm [2].

Le faisceau antéro médial contrôle la translation antéro postérieure et le faisceau postéro latéral contrôle la stabilité rotationnelle [3]. Ces deux faisceaux travaillent donc de manière synergique.

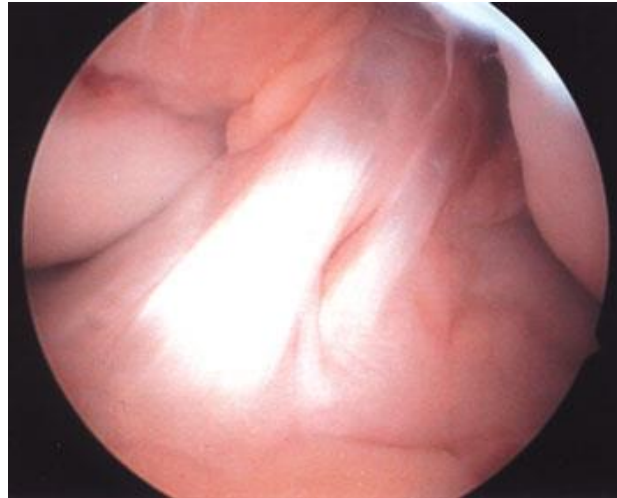


Figure 2. Vision arthroscopique visualisant les deux faisceaux du LCA

Source : G. Bellier et al : La Reconstruction du ligament croisé antérieur par greffe à deux faisceaux utilisant les tendons de la patte d'oie. Maitrise orthopédique

Le LCA est isolé du reste de l'articulation par un repli synovial d'où lui provient une grande partie de sa vascularisation. Il est intracapsulaire mais extrasynovial.

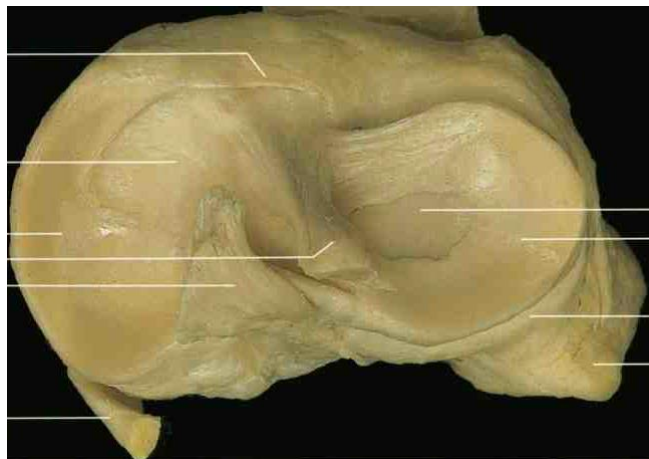


Figure 3. Vue supérieure de la surface articulaire du tibia droit

Source : Rohen, Yokochi and Lütjen-Drecoll : Color Atlas of anatomy

II. EVOLUTION NATURELLE D'UNE RUPTURE DU CROISE ANTERIEUR

A. CONSEQUENCES CINEMATiques

La rupture du ligament croisé antérieur est responsable de modifications biomécaniques du genou dont les trois conséquences majeures sont :

- 1) L'augmentation de la translation tibiale antérieure

La translation antérieure du tibia en flexion est un phénomène physiologique. Elle est maximale à 30° de flexion et minimale à 90°.

Entre 0 et 30°, elle est essentiellement contrôlée par le LCA. Après 30° interviennent le segment postérieur du ménisque interne (qui joue le rôle de cale postérieure) et la pente tibiale. Il existe une corrélation directe entre la pente tibiale et la translation tibiale antérieure (5° pour 3.5mm). L'association d'une rupture du LCA et d'une lésion méniscale interne augmente donc considérablement la translation tibiale antérieure.

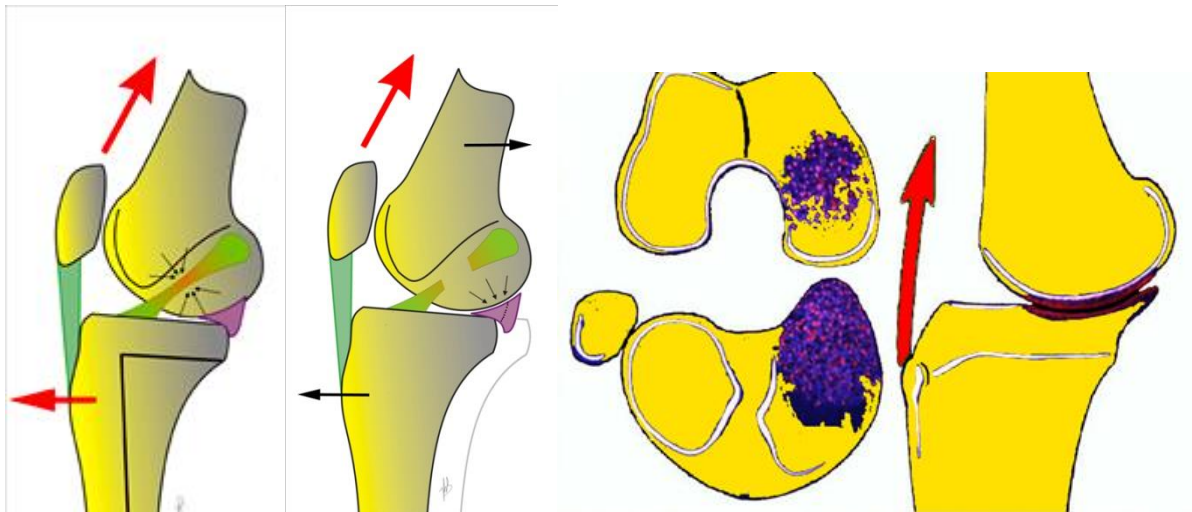


Figure 4. **Christophe HULET**. Conférences d'enseignement de la SOFCOT, Arthrose et laxités du genou, 2005.

- 2) Le déplacement du centre de rotation instantanée du genou en dedans

Cette hyper rotation interne augmente les contraintes médiales. Associée à la translation tibiale antérieure, elle participe à l'apparition d'une usure cartilagineuse postéro interne.

Cette lésion va progressivement créer une cupule d'usure postéro interne. Celle-ci va s'associer à une ostéophytose tibiale postérieure et une désaxation progressive en varus.

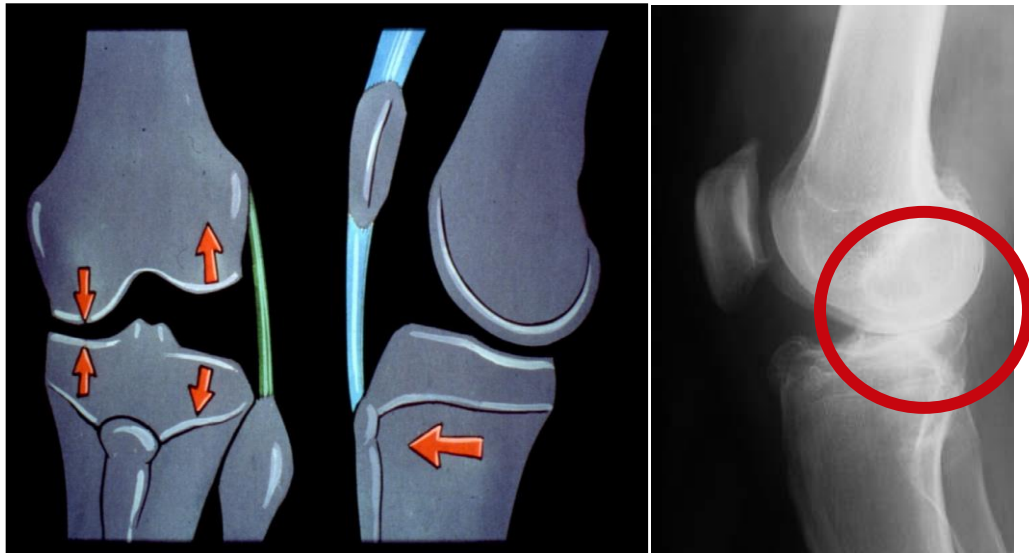


Figure 5. Schéma et radiographie de profil du genou montrant la désaxation en varus et la cupule postérieure

- 3) Le phénomène de ressaut

Le ressaut traduit la perte de synchronisation du condyle latéral sur le plateau tibial.

Il peut être dépisté de manière dynamique par le "pivot shift test" de Mac Intosh, aussi appelé ressaut condylien externe. Le patient est installé en décubitus dorsal, relâché. Le pied est porté en rotation interne et une contrainte valgissante est appliquée au genou. Ainsi, sous l'effet de la rupture du LCA, le plateau tibial externe se subluxe en avant. Le genou est alors fléchi progressivement. A 30°, la bandelette ilio tibiale tire le tibia vers l'arrière et réduit la subluxation objectivant ainsi le ressaut.

Ce ressaut favorise l'apparition de lésions méniscales et cartilagineuses. A la phase aiguë, il est rapporté environ 50% de lésions méniscales. En chronique, ce taux peut atteindre 80%.

De même, le taux de lésion chondrale est deux fois plus important en chronique (40%) qu'en aiguë [1].

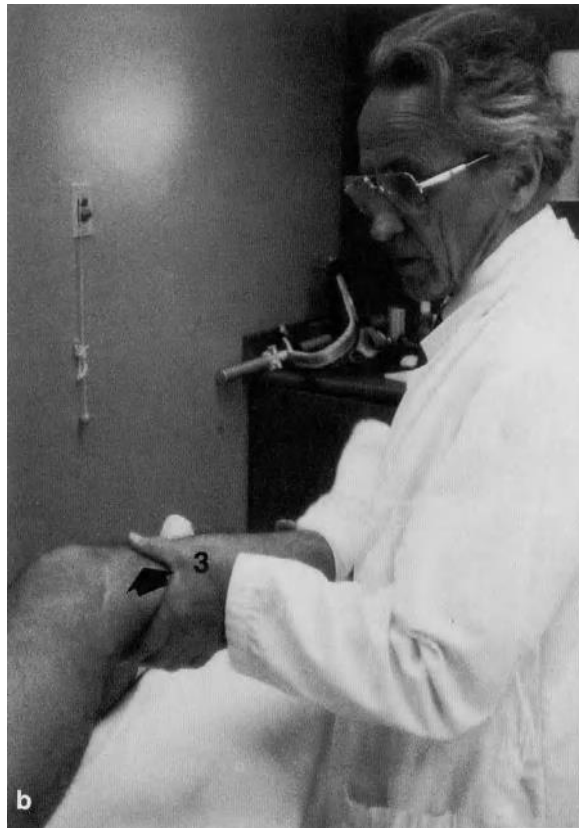


Figure 6. Mac Intosh recherchant le ressaut condylien externe

Source : **Guy Liorzou**, Le genou ligamentaire, examen clinique

B. EVOLUTION ARTHROSIQUE

La rupture du LCA est un facteur de risque reconnu de gonarthrose avec un risque relatif d'environ 5 [4]. Le principal facteur pronostic est le statut méniscal. Des méta-analyses avec plus de dix ans de recul rapportent pour les sujets présentant un LCA rompu isolé un taux de gonarthrose de 0 à 13%. Pour une lésion combinée LCA et ménisque, ce taux se situe entre 21 et 48% [5].

Hagmeijer et al. a démontré que la fréquence des lésions méniscales secondaires chez les patients instables était moins importante chez les patients ayant bénéficié d'une reconstruction précoce que pour les patients ayant bénéficiés d'une reconstruction tardive ou d'un traitement ortho-fonctionnel [6]. La reconstruction du LCA est bénéfique à la préservation du capital méniscal.

III. EPIDEMIOLOGIE

Les ruptures du ligament croisé antérieur sont des lésions très fréquentes. Elles surviennent volontiers chez le patient jeune et leur retentissement fonctionnel peut être variable. Le sport est un grand pourvoyeur de ruptures du ligament croisé antérieur. La fréquence des ruptures du LCA dépend du type d'activité sportive et du niveau d'activité. Aux Etats-Unis, l'incidence annuelle des ruptures de LCA est estimée à 1 pour 3000. En France, elle est de l'ordre de 35 000. [7]

IV. HISTOIRE DE LA RECONSTRUCTION DU LCA

A. LA SUTURE :

La première réparation du LCA peut être attribuée à A.W. Mayo Robson à Leeds (Angleterre) en 1895 par suture directe [8]. La technique est critiquée par la communauté scientifique de l'époque. L'idée des sutures directes persiste dans certaines écoles pendant de nombreuses années. En 1976, son dernier défenseur: Feagin, recommande finalement son abandon. Les taux d'échecs étaient de plus de 50 % à 15 ans avec seulement 40 % de patients satisfaits. [9]

Depuis quelques années, la suture ligamentaire refait son apparition dans les congrès et publications. Des études récentes ou en cours semblent rapporter un bon taux de cicatrisation dans le cadre d'une avulsion fraîche du LCA à sa partie fémorale [10]. Il convient de rester prudent sur l'utilisation de cette technique dans l'attente d'études de plus grandes cohortes.

B. LA LIGAMENTOPLASTIE :

En 1903, à Munich, F.Lange réalise une reconstruction du LCA par des fils de soie tressés. C'est en 1917 qu'Ernest W. Hey Groves reconstruit pour la première fois au moyen d'une autogreffe au fascia lata passée dans des tunnels osseux :

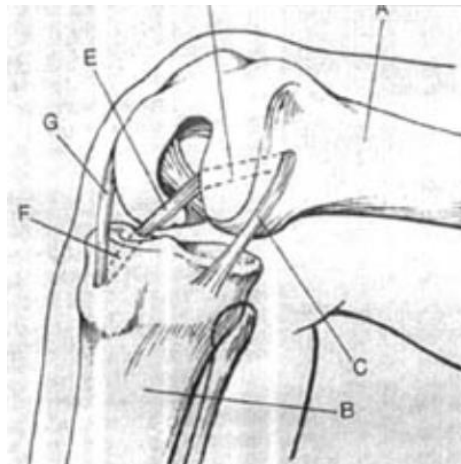


Figure 7. **HEY GROVES, E.W** (1917) Operation for the repair of cruciate ligament. *Lancet* 2:674-675,1917

On doit la première ligamentoplastie au ligament patellaire à Willis C. Campbell en 1935, technique reprise et popularisée par Kenneth G. Jones en 1963 [11], [12].

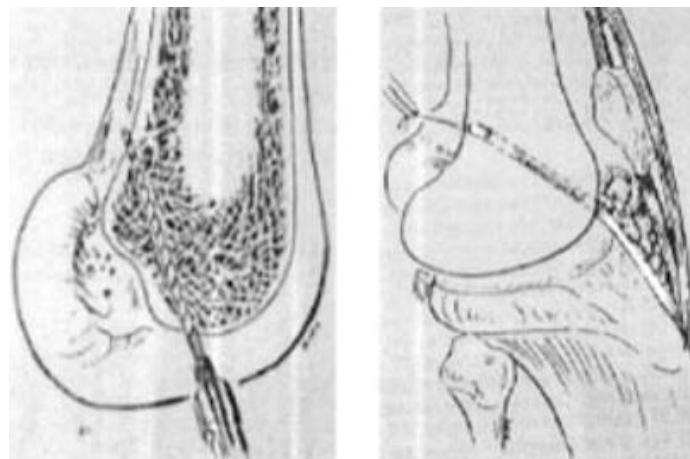


Figure 8. **JONES K.G.** (1963) Reconstruction of the anterior cruciate ligament. A technique using the central one-third of the patellar ligament. *J. Bone Joint Surg.*, 45A:925-932, 1963

Dans sa technique, le tendon restait pédiculé au tibia. Le tunnel fémoral était situé au niveau de la marge antérieure de l'échancrure inter-condylienne. Le ligament était fixé au périoste à sa sortie fémorale supéro-externe.

Le premier à réaliser une ligamentoplastie avec baguettes osseuses, par un greffon libre au dépend du ligament patellaire avec deux pastilles osseuses tibiales et patellaires, telle qu'on la réalise aujourd'hui fût Kurt Franke, à Berlin, en 1969. Cette technique fût présentée au décours d'un symposium sur la pathologie du ski et publiée en 1976.

Harry Macey réalise en 1939 la première ligamentoplastie au semi-tendineux. Il laissait le transplant pédiculé au tibia, le faisait passer dans des tunnels tibial et fémoral, et le fixait au périoste.

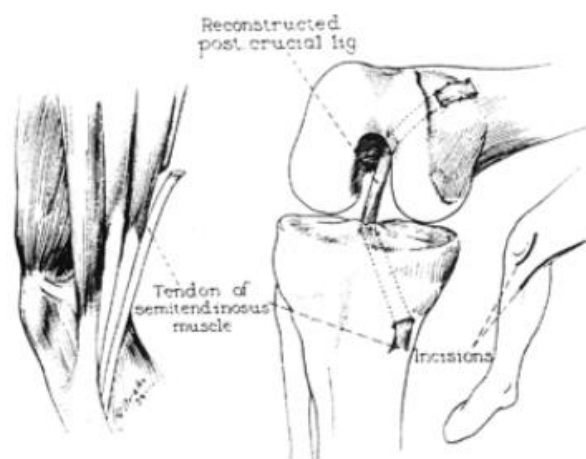


Figure 9. **MACEY, H.B** (1939) : A new operative procedure for repair of ruptured cruciate ligament of the knee joint. *Surg.Gynecol. Obstet.*, 69:108-109, 1939.

La ligamentoplastie au dépend d'une autogreffe de tendon quadricipital a été décrite en 1979 par Marschall et al. [13], [14] [15]. Les travaux biomécaniques de Noyes et al. publiés quelques années plus tard la rende peu populaire, en décrivant une résistance maximale à la rupture de l'ordre de 14 à 21% de celle du LCA natif. Des études biomécaniques récentes ont démontrées une résistance maximale à la rupture de 2185 à 2352 N, ce qui est équivalent à celle du LCA natif [16], [17]. Ces nouvelles données contribuent à expliquer le regain de

popularité de cette technique dans le monde (11% en 2014 dans une étude menée dans 20 pays [18]).

C. LE CONTROLE DE LA LAXITE ROTATOIRE

Elles font suite au constat suivant : les techniques de reconstructions conventionnelles (KJ et DIDT) ne permettent pas de manière fiable le bon contrôle rotationnel du genou. Il est rapporté dans la littérature jusqu'à 25% de Pivot shift positifs après ligamentoplastie du LCA [19].

Le double faisceau

Popularisée dans les années 2000, elle consiste à diviser la plastie intra-articulaire en deux transplants de trajets différents, le plus horizontal étant dédié à la stabilisation rotatoire. La littérature est en faveur d'un meilleur contrôle rotationnel et d'un moindre risque de rerupture [20], [21].

Les principales critiques de cette chirurgie sont : la difficulté technique (deux fois plus de risque de malposition des tunnels), une augmentation de la durée opératoire et une absence de preuves quant à l'amélioration des résultats fonctionnels [22].

La plastie extra articulaire

Publiée initialement en 1967 par M. Lemaire, elle devient depuis quelques années de plus en plus populaire, notamment suite à la description récente et consensuelle du ligament antéro-latéral [23].

La littérature est en faveur d'une diminution du risque de reruptures et d'une amélioration du taux de retour au sport [24].

Sur le plan biomécanique, le bras de levier d'une plastie extra articulaire situé à distance du centre de rotation du genou est plus à même de contrôler les forces de rotation qu'une plastie centrale proche du centre de rotation.

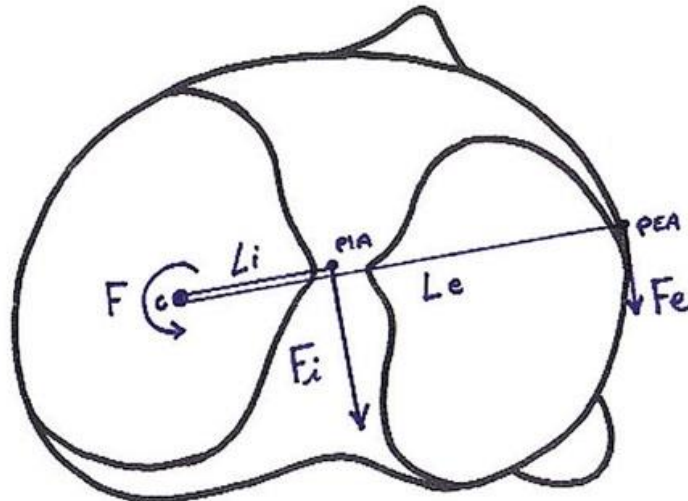


Figure 10. **P. Imbert** : Contrôle de la stabilité rotatoire et ligamentoplastie du LCA. Maitrise orthopédique
 C : centre de rotation du genou / F : force de rotation interne appliquée au tibia / Li : longueur entre le centre de rotation du genou et la plastie intra articulaire / Le : longueur entre le centre de rotation du genou et la plastie extra articulaire / Fi : Force nécessaire au point d'insertion d'une PIA pour contrer la force F / Fe : Force nécessaire au point d'insertion d'une PEA pour contrer la force F

D. LES PRINCIPALES TECHNIQUES DE REALISATION DU TUNNEL FÉMORAL

Le bon positionnement du tunnel fémoral est l'un des challenges les plus importants dans la ligamentoplastie du LCA. Il conditionne la restauration d'une bonne cinématique du genou.

La malposition des tunnels, notamment fémoral [25], est le principal facteur de risque contrôlable de rupture du greffon. En effet, Giron et al. retrouvent 62.5% d'échec de greffon en cas de positionnement trop antérieur du greffon [26].

Il a été décrit dans la littérature un taux de malposition des tunnels de l'ordre de 10 à 40% [27]. Différentes techniques chirurgicales ont donc été mises au points afin de préparer le tunnel fémoral.

La technique trans-tibiale "conventionnelle" (TT)

Il s'agit de la technique la plus populaire dans le monde [28], [29]. Le tunnel tibial est réalisé en premier. Le guide de visée fémorale est ensuite positionné à 90° de flexion au travers du tunnel tibial, à 11h sur un genou droit, à 13h sur un genou gauche. Un tunnel borgne de dedans en dehors est ainsi réalisé.

Les principaux avantages retrouvés dans la littérature sont : moins de douleurs post-opératoires, une moindre morbidité du geste chirurgical et une réduction du temps opératoire [30].

Le principal inconvénient est lié à la contrainte du méchage du tunnel au travers du tunnel tibial pouvant conduire à une verticalisation du tunnel fémoral et donc à un risque accru d'instabilité rotationnelle [30], [31].

La technique "AMP" (anteromedial portal technique)

Il s'agit d'une variante de la technique TT. L'objectif est de mécher le tunnel fémoral indépendamment du tunnel tibial via un élargissement de l'abord médial. Le guide de visée est ainsi positionné au centre de l'insertion fémorale anatomique du LCA, le genou est fléchi à 120°, puis la broche guide est montée de manière rétrograde jusqu'à traverser la peau.

Les principaux avantages sont le positionnement indépendant des tunnels permettant un positionnement plus anatomique du tunnel fémoral, un méchage plus horizontal et la possibilité de méchage en hyperflexion du tunnel limitant ainsi le risque d'effondrement du mur postérieur [30].

Les principaux inconvénients sont la plus grande difficulté chirurgicale avec le risque de tordre ou de casser la broche guide, pouvant occasionner des dégâts neurologiques ou cartilagineux [30].

La technique outside-in standard (OI, de dehors en dedans)

Le scope est rentré par la voie antéro-médiale et le guide de visée est introduit par la voie antéro-latérale. Le méchage du tunnel se fait de dehors en dedans à partir de la face latérale du condyle fémoral externe.

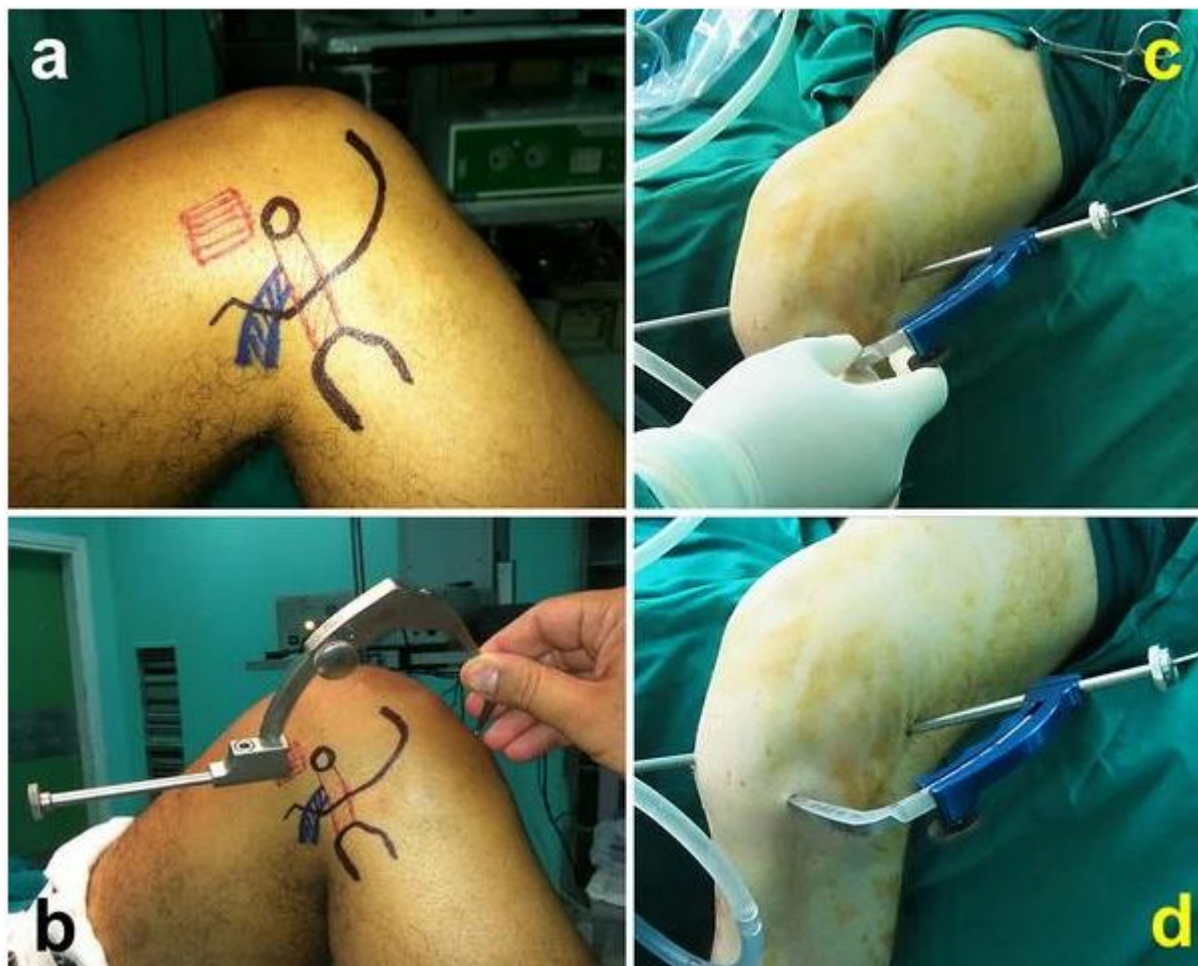


Figure 11. **Ashraf Abdelkafi**. Anatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using the outside-in femoral tunnel drilling technique: a prospective study and short- to mid-term results. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery 2015

Les principaux avantages de cette technique sont la fréquence de positionnement anatomique du tunnel fémoral et l'absence de risque d'effraction du mur postérieur [30].

Les principaux inconvénients sont la nécessité d'un abord externe complémentaire, et une plus grande durée opératoire [30].

La technique "outside in all inside"

Elle fait suite à l'émergence de nouvelles techniques de méchage rétrograde telles que le retrodrill® ou le Flipcutter®. Elle permet la réalisation d'un tunnel borgne avec une visée de dehors en dedans.

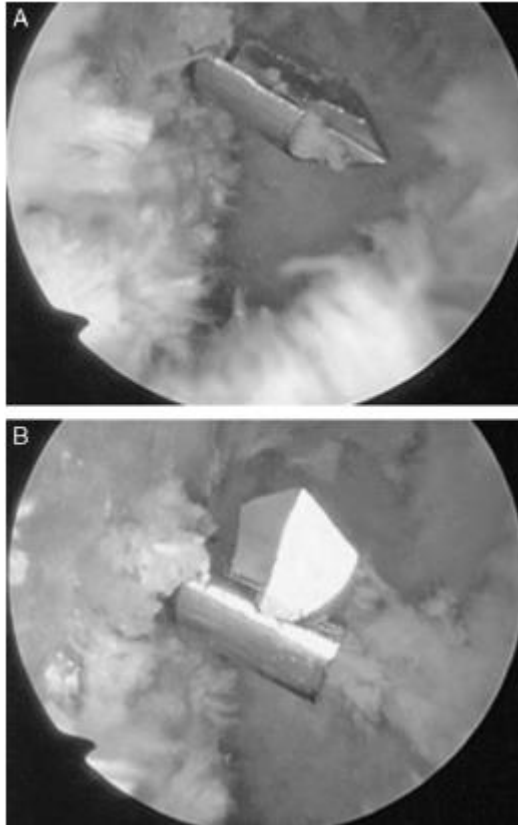


Figure 12. Le Flip Cutter (Arthrex), est introduit comme une broche à l'emplacement désiré, puis les ailettes sont déployées, permettant ainsi un méchage rétrograde.

Source : **Lopez-Vidriero et al.** *Evolving Concepts in Tunnel Placement. Sports Med Arthrosc Rev* 2009. [29]

Les avantages et limites sont similaires à la technique OI standard. Elle permet de réaliser cette technique en "tout épiphysaire" dans le cadre d'une population pédiatrique ou existe un risque potentiel d'épiphysiodèse.

V. LES TECHNIQUES ACTUELLES DE RECONSTRUCTION

A. INTRODUCTION

Il n'existe à ce jour pas de consensus quant au type de greffon à utiliser et les possibilités sont nombreuses. Les deux techniques les plus populaires sont : la plastie au ligament patellaire avec baguettes osseuses, également appelée Kenneth Jones (KJ) ou Bone-tendon-Bone (BTB) par les anglo-saxons (la technique de référence) et la plastie aux ischiojambiers (DIDT, DT4), qui est devenue la technique la plus utilisée dans le monde.

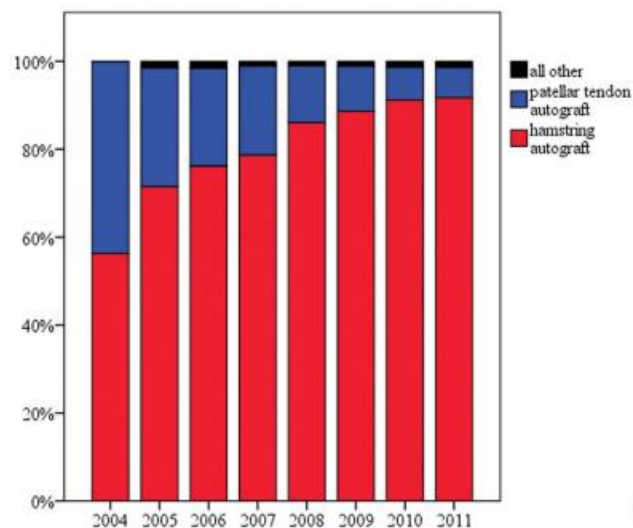


Figure 13. Répartition des différents greffons utilisés dans les pays scandinaves.

Source : **Tone Gifstad** (2014): *Lower Risk of Revision With Patellar Tendon Autografts Compared With Hamstring Autografts A Registry Study Based on 45,998 Primary ACL Reconstructions in Scandinavia. The American Journal of Sports Medicine.*

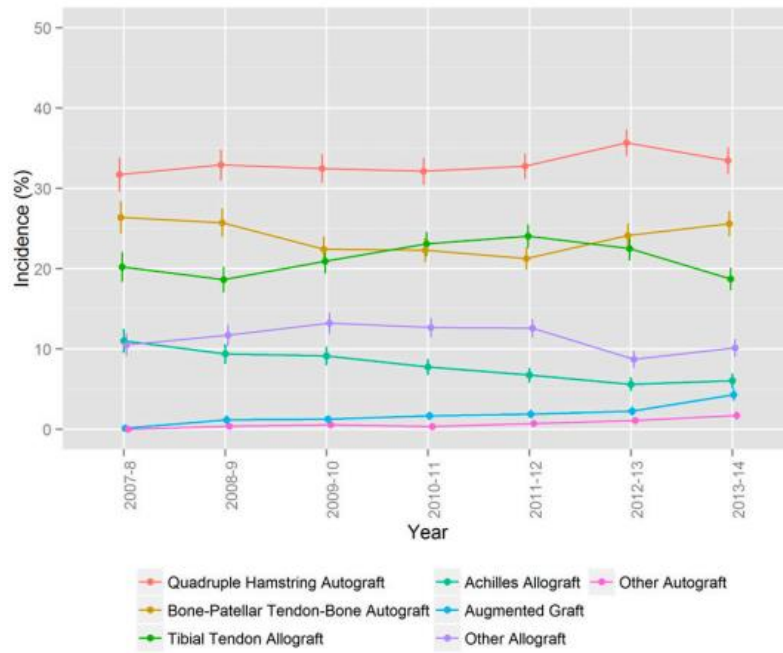


Figure 14. Répartition des différents greffons utilisés aux Etats-Unis d'Amérique

Source : Lisa Tibor (2016) : Surgical Technique Trends in Primary ACL Reconstruction from 2007 to 2014. JBJS

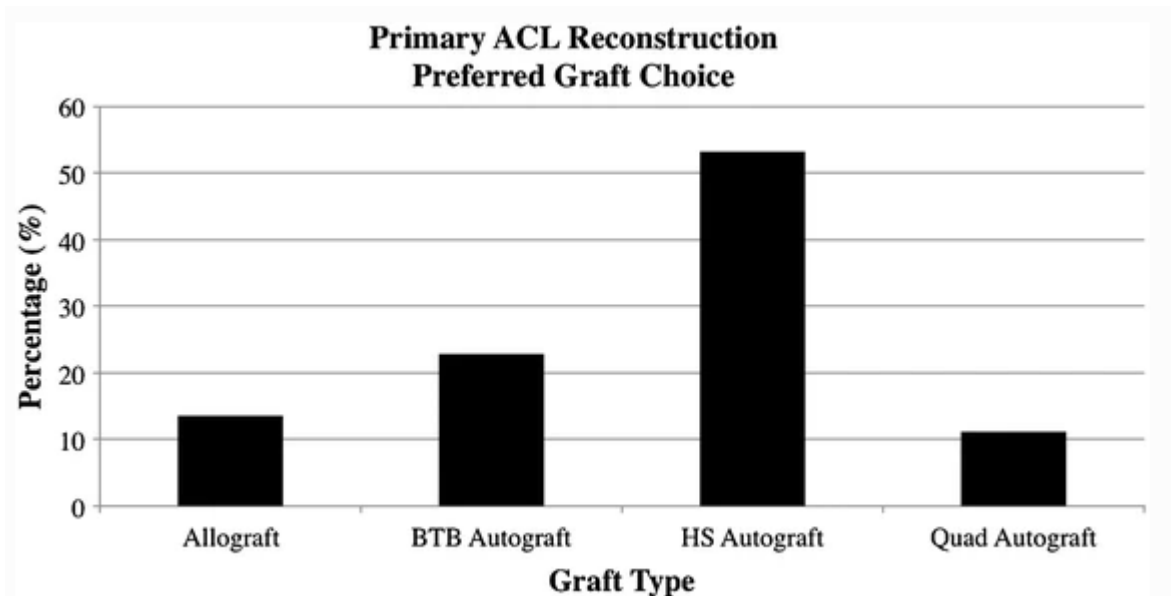


Figure 15. Répartition des différents greffons utilisés, questionnaire soumis à des spécialistes venant de 20 pays différents.

Source : K.K. Middleton. Anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a global perspective. Part 1

B. LA PROCEDURE CHIRURGICALE REALISEE DANS LE SERVICE : TECHNIQUE DE KENNETH-JONES

1) Prélèvement du greffon os-tendon-os

Première technique : mono-incision centrée sur le ligament patellaire de la pointe de rotule jusqu'à la tubérosité tibiale antérieure, puis incision du ligament dans le sens des fibres de manière à prélever un greffon de 10mm de large.

Deuxième technique : double incision de part et d'autre du ligament patellaire de manière à préserver les rameau nerveux sensitifs du nerf saphène interne, puis prélèvement du greffon au moyen d'un bistouri double lame après avoir inciser le péri tendon.

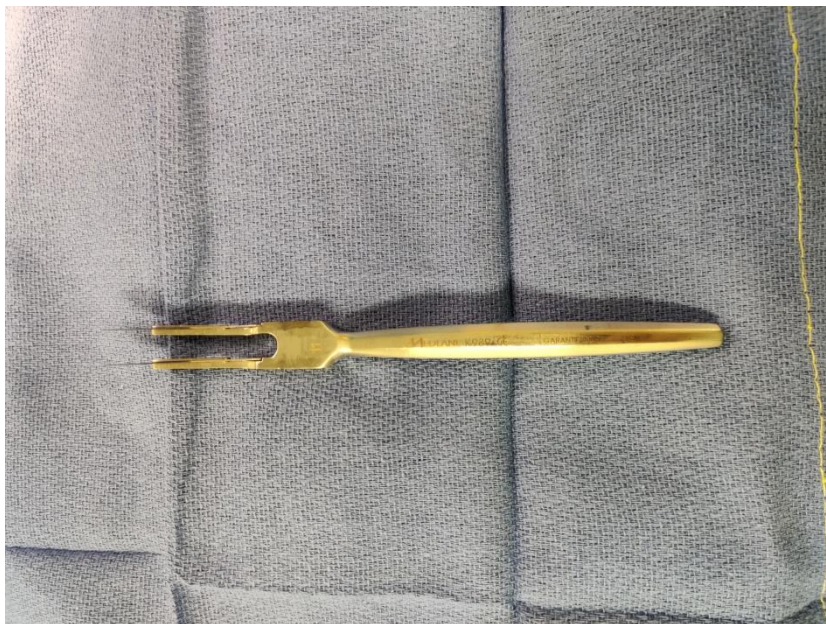


Figure 16. Bistouri double lames

Mesure de la baguette patellaire (d'environ 10mm de large pour 20mm de longueur), puis ostéoclasie à la mèche de 1.5 le long de celle-ci. Méchage de deux trous centré sur la baguette permettant ultérieurement le passage des fils tracteurs.

Prélèvement de la baguette après avoir complété l'ostéotomie à la scie oscillante puis à l'ostéotome. La même procédure est réalisée sur le versant tibial afin d'obtenir une baguette d'environ 10mm de large sur 25mm de long.



Figure 17. Prélèvement du greffon par technique mono-incision.

Source : Traité de chirurgie du genou

P.Neyret, G.demey



Figures 18. et 19. Prélèvement du greffon par technique double-incision réalisée dans le service

Le ligament patellaire est refermé par 2 point inversants au Vycril® 2, le péri tendon est fermé par un surjet au Vycril® 0. Calibration des baguettes du greffon.



Figures 20 et 21. Préparation et calibration du greffon



Figure 22. Aspect définitif du transplant

2) Ligamentoplastie arthroscopique

Réalisation d'une voie d'abord optique para-patellaire latérale et d'une voie d'abord instrumentale para-patellaire médiale. Bilan lésionnel complet, ligamentaire, méniscal et chondral.

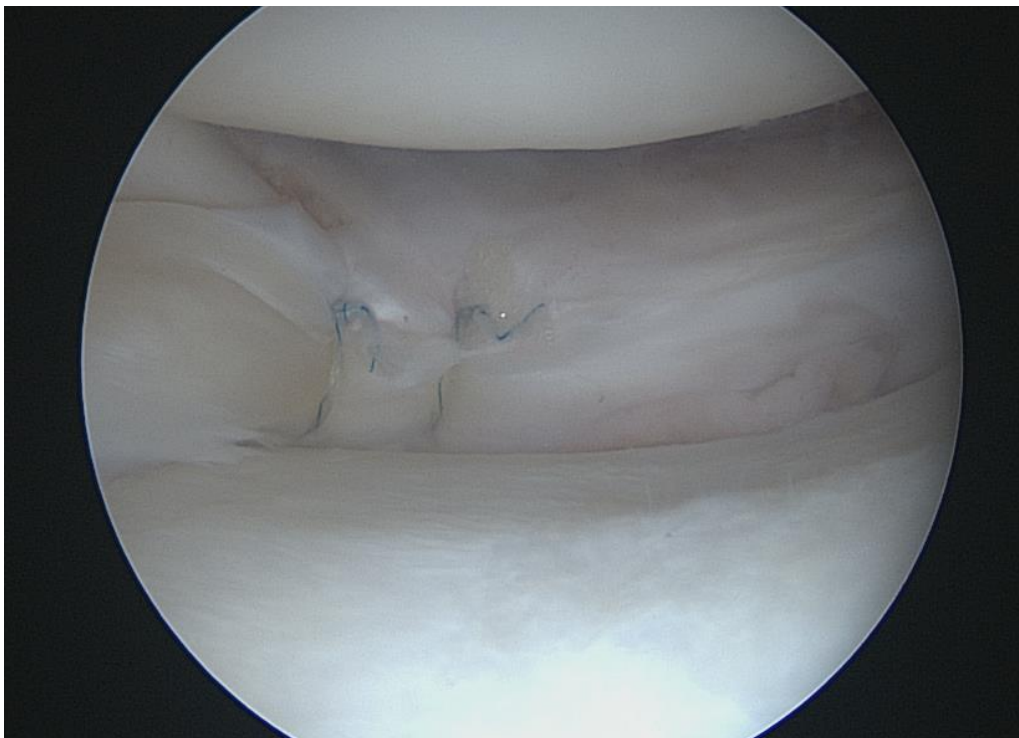


Figure 23. Suture par deux ancrs d'une lésion du ménisque externe (vue arthroscopique)
Nettoyage au shaver® du pied du LCA natif et de la face interne du condyle externe.

Technique In/Out de réalisation du tunnel fémoral :

Mise en place une broche guide à l'aide du viseur décalé de 6mm introduit par la voie d'abord instrumentale, genou en hyper flexion à 120°. L'entrée du tunnel fémoral se situe à 11h sur un genou droit et à 1h sur un genou gauche.

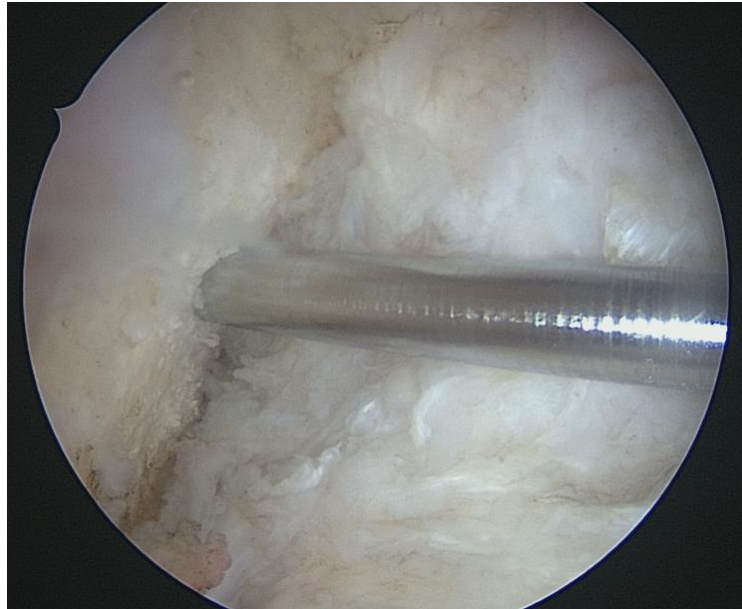


Figure 24. Mise en place de la broche guide pour réaliser le tunnel fémoral (vue arthroscopique)

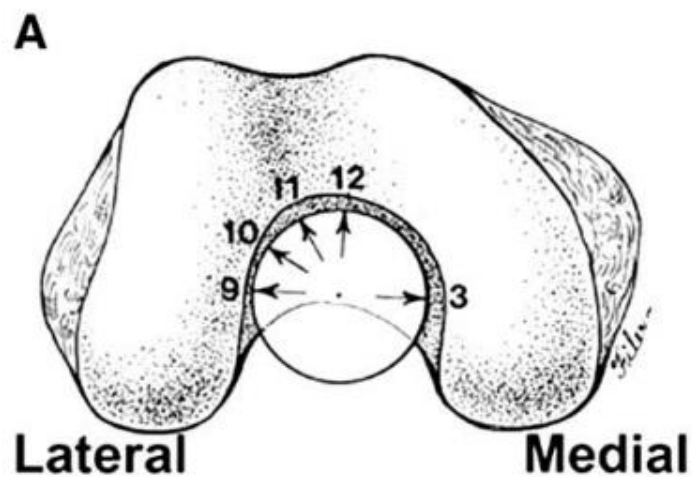
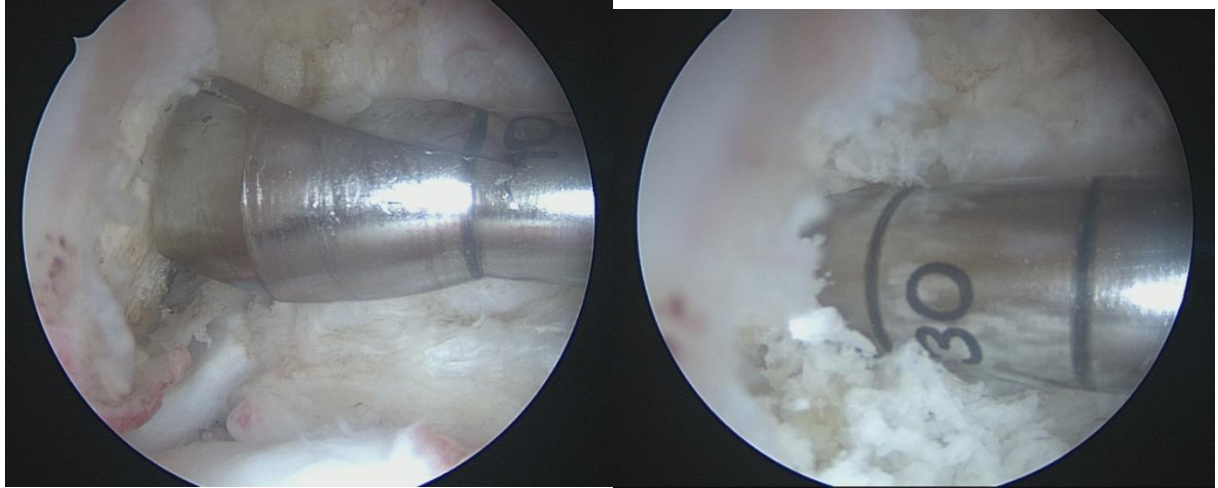


Figure 25. Description horaire du genou tel qu'il est visualisé sous arthroscopie

Source : **John C. Loh et al.** (2002) : *Knee Stability and Graft Function Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Comparison Between 11 O'clock and 10 O'clock Femoral Tunnel Placement.* *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, Vol 19, No 3 (March), 2003: pp 297-304

Méchage du tunnel borgne sur broche guide, taille pour taille avec le diamètre de la baguette. Passage du dilateur, puis retrait de la broche afin de mettre en place le fil relais de Prémicron® 2.



Figures 26 et 27. Méchage du tunnel borgne pour une baguette osseuse fémorale de 30mm de longueur et 10mm de diamètre (vue arthroscopique)

Mise en place de la broche guide tibiale à l'aide du viseur réglé à 50 ou 60°. Le point de sortie est centré sur la zone d'insertion du pied du LCA natif. Méchage sur broche guide puis passage du dilateur.

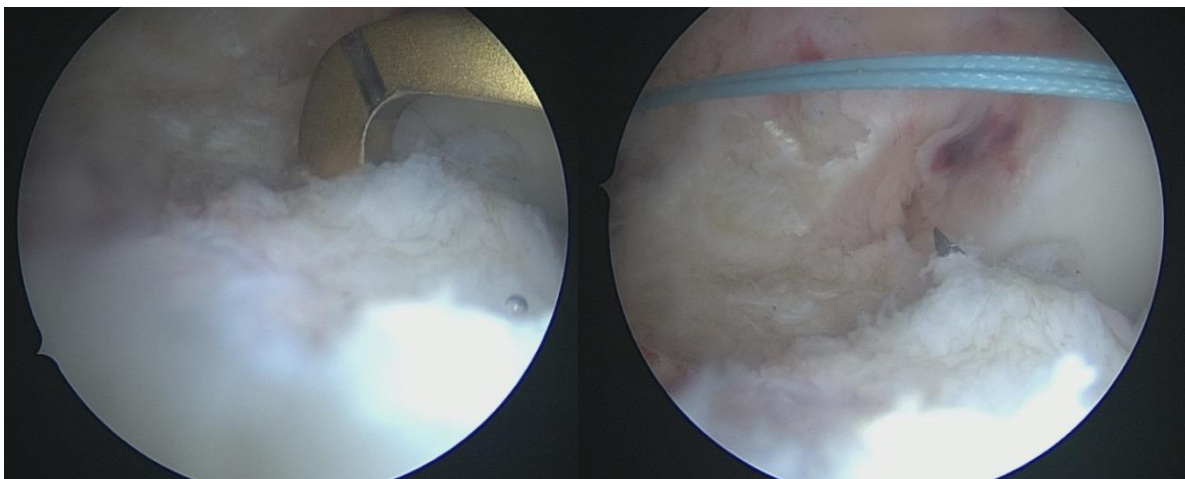


Figure 28. Mise en place du viseur tibial au pied du LCA natif Figure 29. Issue de la broche guide tibiale

Récupération du fil relais au travers du tunnel tibial, puis passage des fils de traction dans la baguette fémorale au travers des 2 tunnels. Récupération des fils à la face externe de cuisse.

Le transplant est monté de distal en proximal sous contrôle arthroscopique, en s'aidant éventuellement du palpeur ou d'une pince Kocher afin de guider la baguette fémorale lors du passage des tunnels.

Mise en place d'une broche guide souple dans le tunnel fémoral en avant de la baguette osseuse. Taraudage sur broche puis fixation de la baguette au moyen d'une vis d'interférence.

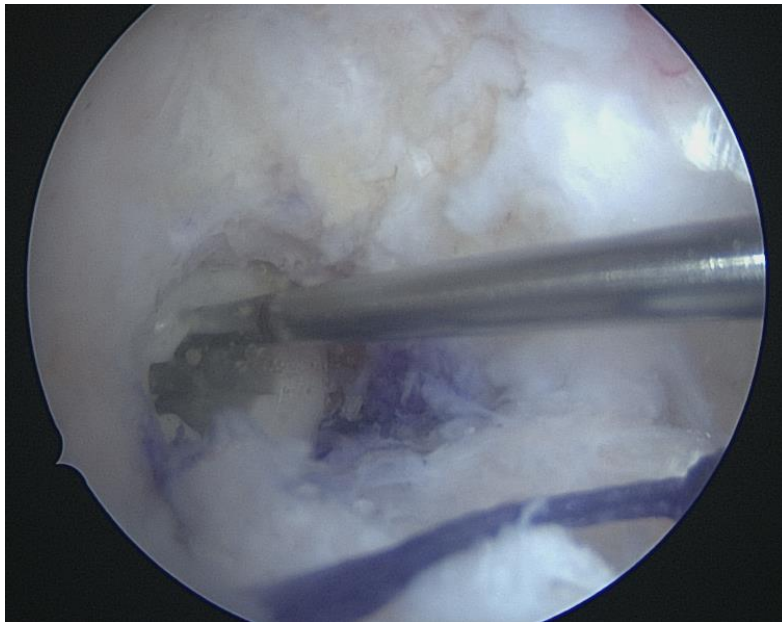


Figure 30. Vis fémorale en place, comprimant la baguette osseuse (vue arthroscopique)

Fixation de la baguette tibiale à 30° de flexion du genou en maintenant le transplant en tension par traction sur les fils de part et d'autre du transplant.



Figure 31. Fixation de la baguette tibiale à 30° de flexion



Figure 32. Aspect final de la plastie (vue arthroscopique)

3) Protocole de rééducation (voir annexe)

VI. LA LAXIMETRIE INSTRUMENTALE

A. INTRODUCTION

L'objectif principal de la reconstruction du LCA est la stabilité du genou. Celle-ci passe avant tout par un bon contrôle de la laxité antéro-postérieure. Certaines techniques de mesure instrumentales telles que le Télós® [32], [33], le KT-1000® [33]–[35] ou le GNRB® [32], [35]–[38] ont fait leur apparition afin d'évaluer de manière objective la laxité antéro-postérieure du genou.

Ces appareils peuvent-être utilisés soit à visée diagnostic pour différencier les ruptures partielles et complètes [39], soit à visée de suivi post-opératoire [34], [40]–[51].

B. LE GNRB

Le GNRB® est l'un des appareils laximétriques modernes dont la fiabilité et la précision a été étudié *in vivo* [32], [35], [36] et sur pièces cadavériques [37].



Figure 33. L'appareil de mesure de laximétrie instrumentale GNRB®

Un vérin exerce sur la partie haute du mollet une poussée de 0 à 250 N, modifiable par l'utilisateur. La machine est reliée à un ordinateur, et mesure la translation tibiale antérieure avec une précision de 0.1mm.

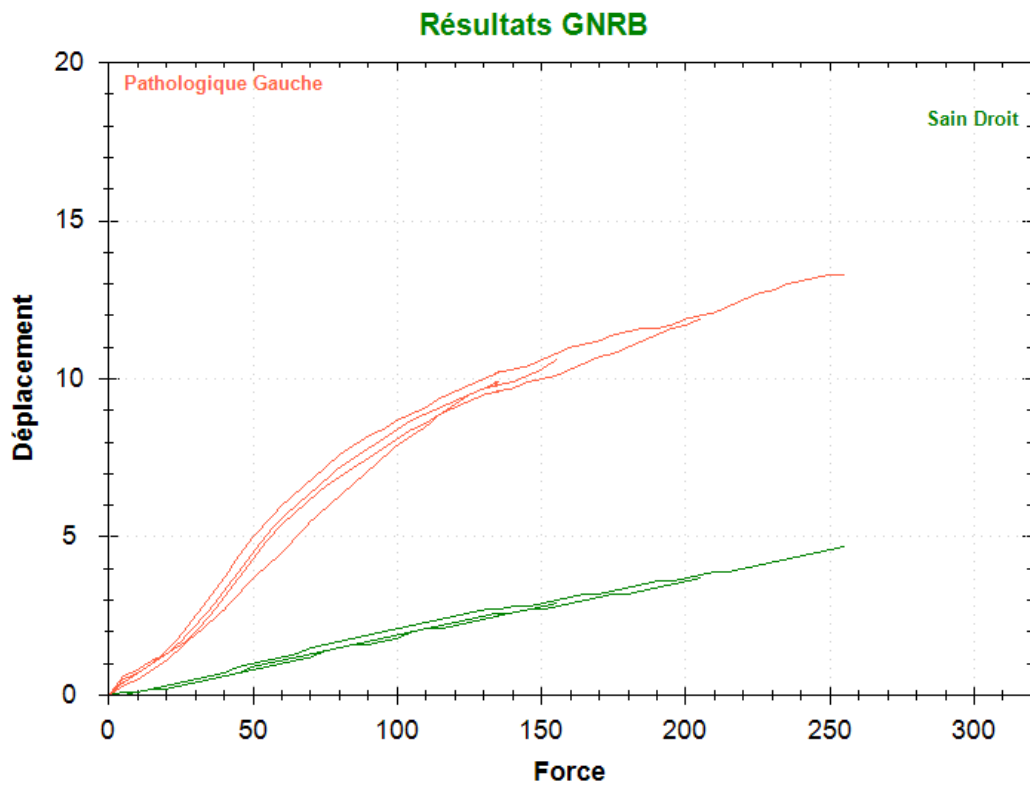


Figure 34. Modélisation graphique d'une laximétrie chez un patient présentant une importante laxité antéro postérieure pathologique suite à une rupture du LCA au genou gauche

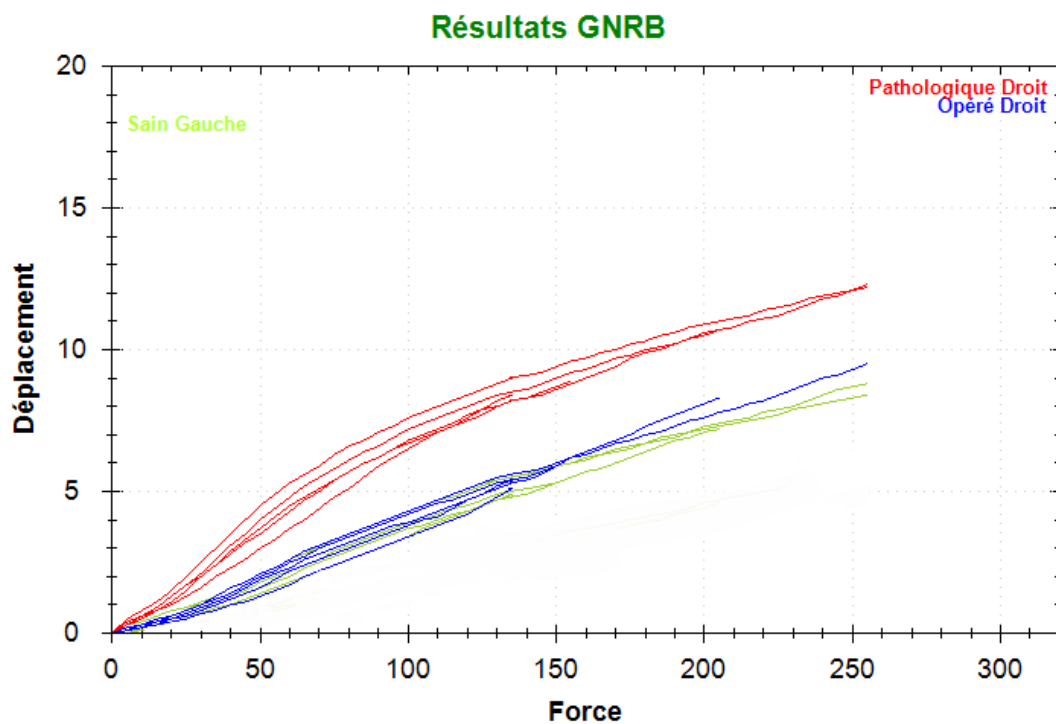


Figure 35. Modélisation graphique comparative de la laxité pré et post opératoire d'une rupture du LCA genou droit

DEUXIEME PARTIE : ETUDE CLINIQUE

I. INTRODUCTION

L'objectif du traitement d'une ligamentoplastie du LCA est d'obtenir sur le genou pathologique une stabilité comparable à celle du côté sain controlatéral. L'obtention de cette stabilité passe notamment par le contrôle de la translation antérieure excessive induite par la lésion. Il a été démontré chez des patients traités orthopédiquement d'une rupture du LCA une dégradation des résultats fonctionnels proportionnelle à l'importance de la laxité antérieure [52]. Cette observation reste à démontrer chez les patients ayant bénéficiés d'un traitement chirurgical [33], [34], [40], [53]–[56].

Certaines techniques de mesure instrumentales telles que le Télós® [32], [33], le KT-1000® [33]–[35] ou le GNRB® [32], [35]–[38] ont fait leur apparition afin d'évaluer de manière objective la laxité différentielle du genou. Ces appareils peuvent être utilisés soit à visée diagnostic pour différencier les ruptures partielles et complètes[1] soit à visée post-opératoire pour le suivi [5], [7]–[18]. Parmi ces outils de mesure, le GNRB® est l'un des appareils laximétriques modernes dont la fiabilité et la précision a été étudié *in vivo* [32], [35], [36] et sur pièces cadavériques [37].

Les modalités d'utilisation des laximétries instrumentales sont actuellement discutées. La majorité des auteurs utilisant le GNRB® proposent une force d'application de 134N [50], [57]. L'application d'une force de 134N à visée diagnostique permet d'obtenir une sensibilité de 70% et une spécificité de 99% pour un seuil pathologique de 3mm[39]. L'application d'une force de 200N a également été évalué, augmentant la sensibilité/spécificité à visée diagnostique par rapport à une force de 134N [38]. Certains auteurs ont également utilisé à visée diagnostique des forces appliquées de 30N, 60N, 90N [58], 150N [59], 180N [60] ou 250N [61] sans réellement proposer de consensus. Néanmoins, aucune recommandation dans le cadre du suivi post opératoire n'a été validée.

Les modalités d'interprétation des laximétries instrumentales sont également discutées. Les seuils pronostiques utilisés en pratique courante n'ont été validés que dans le cadre diagnostique. Certains auteurs utilisent un seuil pronostic de 3mm [43], [58], [62] car Robert et al. [39] ont validé ce seuil diagnostique à 134N. D'autres auteurs utilisent un seuil pronostic de 5mm [34], [40], [55], [63] car ce seuil correspond à la laxité différentielle moyenne retrouvée initialement par certains auteurs au décours d'une rupture du LCA [64], [65] au décours de testing à 200N et 89N.

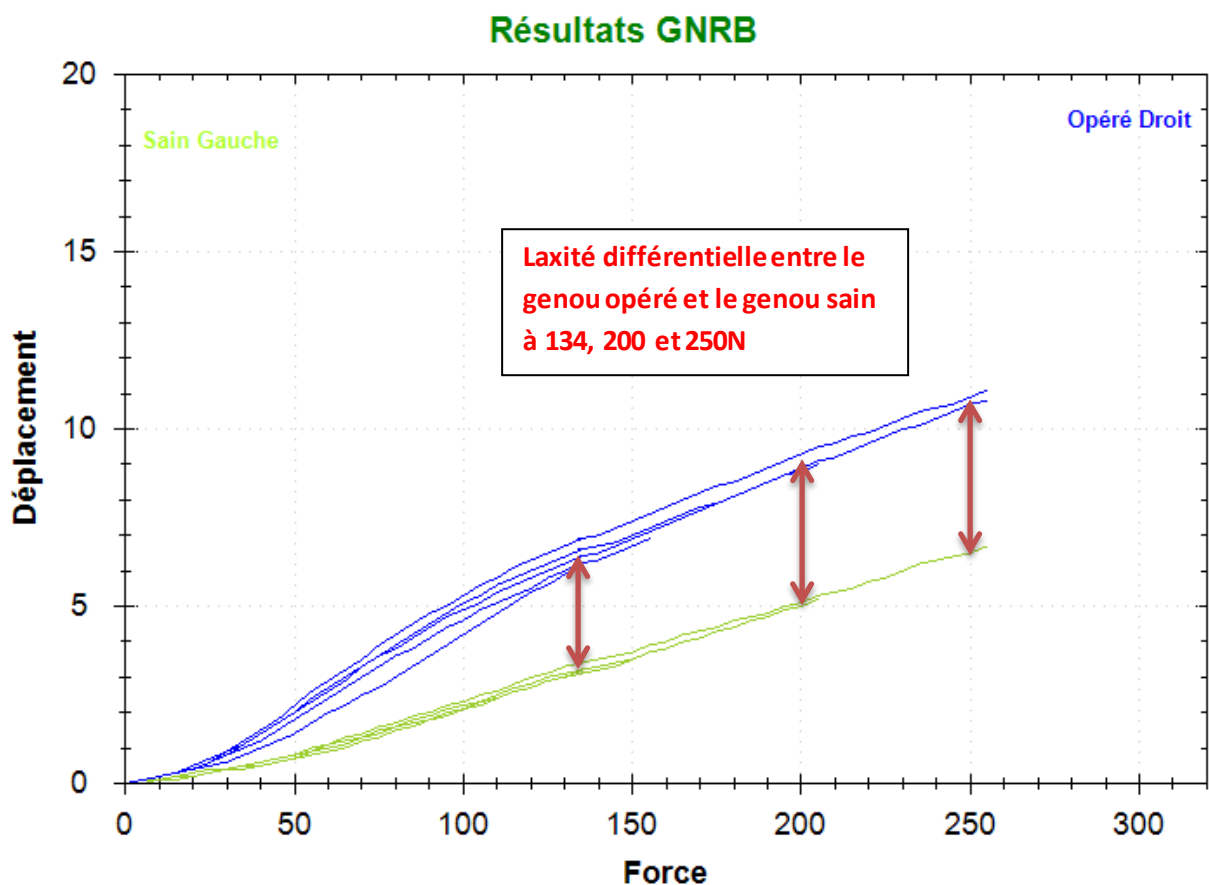


Figure 36. Modélisation graphique d'une laximétrie post ligamentoplastie du LCA au genou droit chez un patient présentant une laxité antéro-postérieure résiduelle

Un certain nombre de facteurs prédictifs de développer une laxité résiduelle post-opératoire ont été identifiés tels que le l'âge ≤ 20 ans [50] et l'utilisation d'un transplant au

dépend des ischiojambiers [40], [41], [44]. Le diamètre du greffon ne semble pas impacter pas la laxité résiduelle (même lorsque $\leq 8\text{mm}$) [62].

La littérature est en faveur d'un impact négatif de la laxité antérieure résiduelle sur le risque de reruptures [66]–[69]. De nombreux autres facteurs de risque de rerupture potentiellement associés à une augmentation de la laxité sont retrouvés dans la littérature dont le jeune âge [70]–[73], le sexe féminin [70], l'hyperlaxité [69], la pente tibiale augmentée [70] [71], la malposition des tunnels [76] et un antécédent familial de rupture du LCA. La nature du transplant influence également le risque de rerupture. De nombreuses études rapportent la supériorité du KJ sur le DIDT sur ce critère [42]–[44], [70], [73], [77].

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'impact de la laxité résiduelle postopératoire mesurée par GNRB® à 134, 200 et 250N sur les résultats fonctionnels après ligamentoplastie du LCA. Notre hypothèse est que la laxité résiduelle impacte négativement les scores fonctionnels et le retour au sport après une ligamentoplastie du croisé antérieur.

II MATERIEL

A. TYPE D'ETUDE

Nous avons réalisé une étude rétrospective portant sur 74 patients ayant tous bénéficiés d'une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur selon la technique de Kenneth Jones. Il s'agit d'une étude monocentrique et multiopérateurs au sein du service de chirurgie orthopédique et traumatologique spécialisée des membres inférieurs du centre hospitalo-universitaire de Montpellier.

B. OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer l'impact de la laxité antéro postérieure résiduelle d'une ligamentoplastie du LCA sur les résultats fonctionnels.

Les objectifs secondaires sont les suivants :

- Evaluer l'impact de la laximétrie préopératoire sur la laximétrie post-opératoire.
- Identifier des facteurs prédictifs d'une laxité résiduelle postopératoire.
- Valider un protocole GNRB d'évaluation pronostique des patients au moyen d'une analyse des performances du test par des courbes ROC comparant plusieurs seuils pronostics couplés à différentes forces de testing.
- Evaluer l'impact de la double incision sur la réduction des hypoesthésies face externe du genou.
- Evaluer l'impact de la taille des baguettes osseuses et de la double incision sur les douleurs agenouillées.
- Evaluer l'impact des modalités de rééducations sur les résultats fonctionnels.

C. CRITERES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION

Nous avons inclus tous les patients ayant bénéficié dans le service d'une ligamentoplastie du croisé antérieur par technique de Kenneth Jones, entre avril 2016 et février 2019. Le diagnostic de la rupture du LCA a été posé après un examen clinique et une IRM. Les indications de reconstructions ont toutes été posées chez des sujets jeunes, sportifs et instables. Les patients souffrants de lésions multiligamentaires et ceux ne souhaitant pas participer à l'étude ont été exclus.

III METHODES

A. RECUEIL CLINIQUE

Tous les patients ont été revus à plus d'un an de recul.

Il a été recherché à l'interrogatoire :

- le type de sport pratiqué.
- le délai de reprise de l'activité physique ainsi que le niveau de reprise par rapport à l'état antérieur.
- si le type de traumatisme responsable de la rupture était en lien ou non avec un accident de travail.
- les modalités de rééducation post opératoire (kinésithérapeute en ville ou centre de rééducation).
- l'existence de douleurs antérieures en position agenouillée.

Dans le recueil de donnée a été recherché :

- l'âge.
- le sexe.
- l'indice de masse corporelle (IMC).
- la présence initiale de lésions méniscales.
- l'association de gestes chirurgicaux : plastie extra-articulaire, ostéotomie, suture méniscale, double incision de prélèvement.

A l'examen clinique a été recherché :

- l'existence d'une hypo esthésie face externe du genou, en lien avec le prélèvement de la greffe.
- L'examen des mobilités du genou, à la recherche d'un flossum ou d'un déficit de flexion

- La présence d'une amyotrophie du quadriceps

Trois questionnaires (voir annexe) ont été remplis avec le patient, afin d'évaluer l'état clinique des patients de façon précise et reproductible.

Le score KOOS (voir annexe) [78]

Il comprend cinq items étudiants respectivement :

- La fréquence et l'intensité des douleurs pendant les activités physiques.
- Les symptômes tels que la raideur, le gonflement, les blocages et les limitations d'amplitude articulaire du genou.
- Les difficultés rencontrées pendant les activités de la vie quotidienne.
- Les difficultés rencontrées lors d'activités physique.
- L'impact de la pathologie sur la qualité de vie.

Les cinq items sont notés séparément, et les scores donnés en pourcentage, où 100 représente le meilleurs score possible.

Le score IKDC (voir annexe) [79]

Il comprend trois items étudiants respectivement :

- Les symptômes, notamment la douleur, la raideur, le gonflement et le blocage.
- La gêne liée aux activités quotidienne et physiques.
- La fonction actuelle du genou, par rapport à celle avant l'accident.

Le score obtenue est noté entre 0 et 100, où 100 représente le meilleur score possible.

Le score ARPEGE (voir annexe) [80]

Il comprend trois items, étudiants :

- la stabilité du genou
- la douleur et résistance à la fatigue
- les mobilités articulaires.

Les items sont notés de 0 à 9, l'addition des différents chiffres débouche sur une note globale qui correspond au résultat (excellent, bon, moyen, médiocre).

B. EVALUATION LAXIMETRIQUE

La laxité différentielle correspond à la différence (en mm) entre la laxité antérieure du genou pathologique/opéré et celle du genou sain. Différentes forces de testing (134, 200, et 250N) et différents seuils pronostiques (3, 4 et 5mm) ont été testés.

C. EVALUATION RADIOGRAPHIQUE

Chaque patient a bénéficié d'une radiographie post opératoire du genou de face et de profil strict. Nous avons analysé le positionnement des tunnels. La malposition des tunnels, notamment fémoral [25], est le principal facteur de risque contrôlable de rupture du transplant.

De nombreuses techniques d'évaluation du positionnement des tunnels ont été proposées dans la littérature. Nous avons choisi d'analyser le positionnement antéro-postérieur du tunnel fémoral selon la technique des quadrants décrites par Bernard et al. [81].

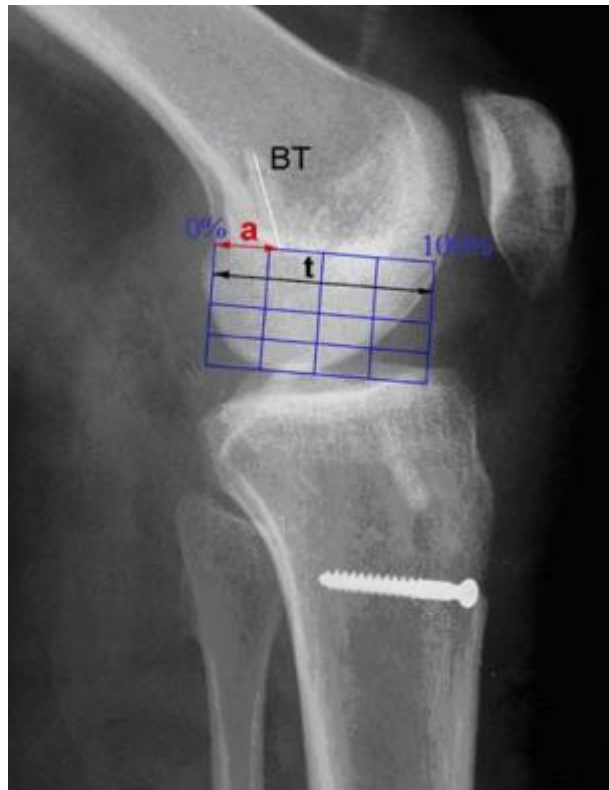


Figure 37. Méthode des cadrans décrite par Bernard et al.

Source : **Behrend et al.** Tunnel placement in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: quality control in a teaching hospital. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2006) [82]

L'espace intercondyalaire est ainsi divisé en quadrants tel que présenté ci-dessus. Le positionnement optimal du tunnel fémoral étant situé au pôle inférieur du quadrant le plus postéro supérieur.

Le positionnement antéro postérieur de la plastie doit donc être tel que $a/t = 25\%$. Une marge d'erreur de 7% a été tolérée comme le suggèrent Topliss et al. dans leur étude [83]. Les patients ont ainsi pu être classés en trois sous-groupes en fonction du positionnement antérieur, postérieur, ou optimal du tunnel fémoral et ont été comparés aux résultats laximétriques.

IV. NOTRE SERIE

A. POPULATION DE L'ETUDE

Soixante-quatorze patients ont été inclus pour cette étude.

Il existait une forte prédominance masculine avec 55 hommes (74% de la série) et 19 femmes (26% de la série). Le sexe ratio H/F était donc de 3/1.

L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 27 ± 7 ans (extrêmes : 16-42). Dix-sept patients (27% de la série) étaient âgés de moins de 20 ans lors de la chirurgie.

L'indice de masse corporelle moyen (IMC) au moment de la chirurgie était de 24 ± 3.5 kg/m² (extrêmes : 18-35).

Selon l'organisation mondiale de la santé, la répartition des IMC était la suivante :

- Maigreur (IMC<18.5) : 0 patient (0% de la série)
- Poids normal ($18.5 \leq \text{IMC} < 25$) : 48 patients (65% de la série)
- Surpoids ($25 \leq \text{IMC} < 30$) : 22 patients (30% de la série)
- Obésité stade 1 ($30 \leq \text{IMC} < 35$) : 3 patients (4% de la série)
- Obésité stade 2 ($35 \leq \text{IMC} < 40$) : 1 patient (1% de la série)
- Obésité stade 3 (IMC \geq 40) : 0 patient (0% de la série)

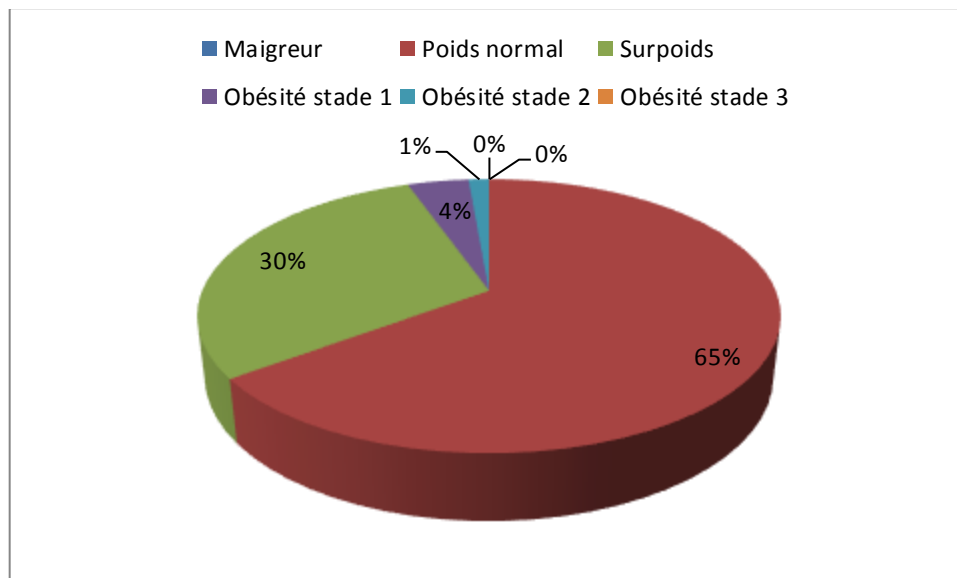


Figure 38. Répartition des patients en fonction de leur IMC

Les principaux sports pratiqués étaient les suivant :

- Football: 36 patients (49% de la série)
- Autres sports de balle: 10 patients (14% de la série)

Basketball : 3 patients		Rugby: 3 patients		Volleyball : 2 patients		Handball: 2 patients
-------------------------	--	-------------------	--	-------------------------	--	----------------------

- Sports de combat : 4 patients (5%)

Judo: 2 patients		Boxe: 1 patient		Taekwondo : 1 patient
------------------	--	-----------------	--	-----------------------

- Ski : 3 patients (4%)
- Autres sports (musculature, escalade, kit surf, canyoning, planche à voile, gymnastique, équitation) : 12 patients (16% de la série)
- Pas de sports pratiqués régulièrement : 9 patients (12% de la série)

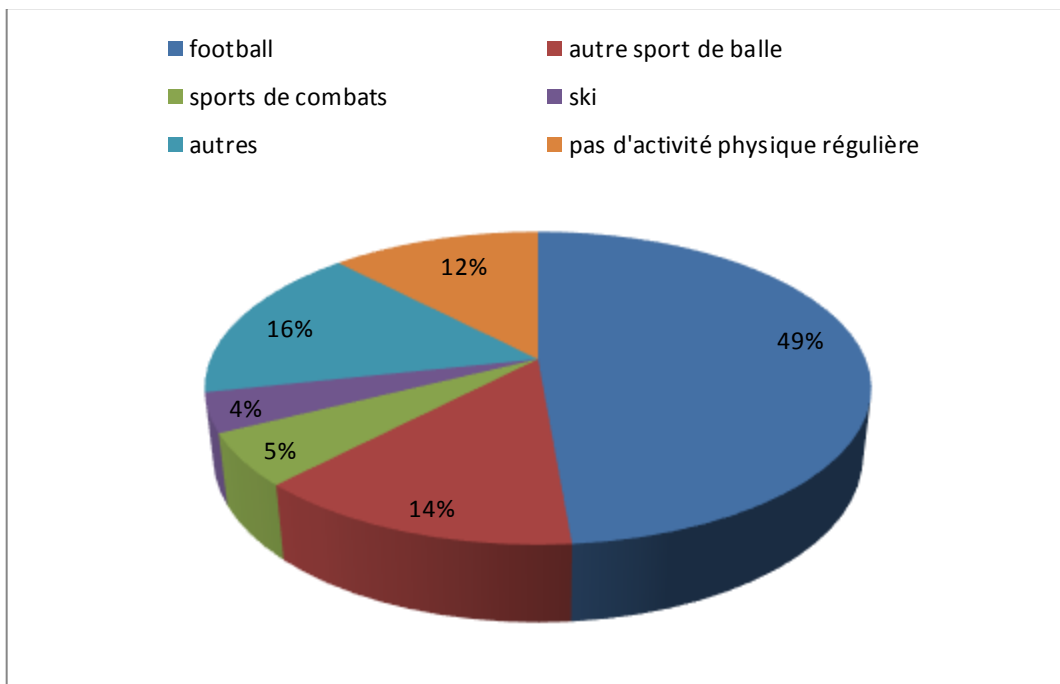


Figure 39. Répartition des patients en fonction de l'activité physique pratiquée

6 patients (8% de la série) ont présentés leur rupture du LCA dans le cadre d'un accident de travail.

B. DONNEES PREOPERATOIRES

1. LESIONS ASSOCIEES

Parmi les lésions associées à la rupture du LCA on retrouve :

- 25 lésions du ménisque interne (34% de la série)
- 24 lésions du ménisque externe (32% de la série)
- 8 lésions bi-méniscales (11% de la série)

41 patients (55% de la série) présentaient au moins une lésion méniscale au moment de la chirurgie.

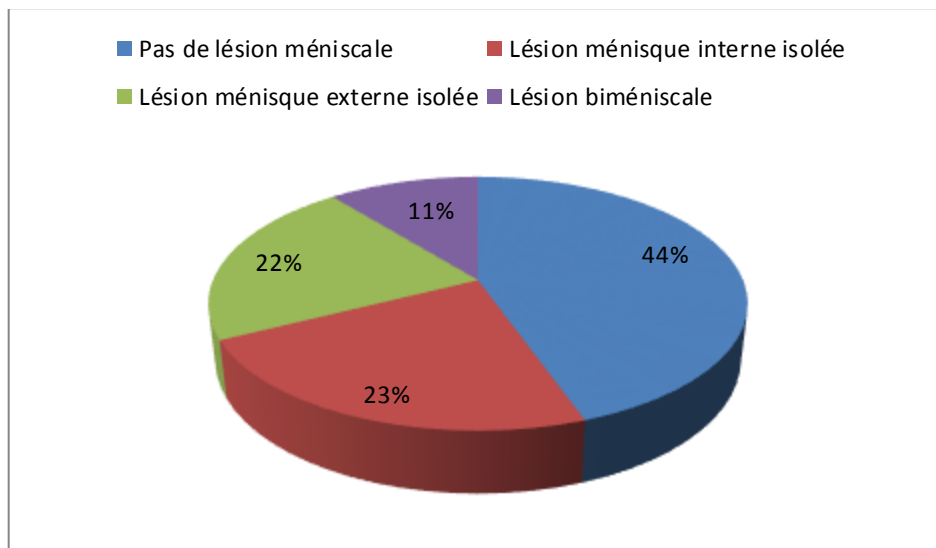


Figure 40. Répartition des lésions méniscales associées

2. LAXIMETRIE

Les laxités différentielles préopératoires moyennes étaient les suivantes :

A 134N : +3.4mm ± 1.8 (extrêmes: +0.6 à +7.3mm)

A 200 N : +4mm ± 2.2 (extrêmes: +0.8 à +8.6mm)

A 250N : +4.5mm ± 2.2 (extrêmes: +1.2 à +9.9mm)

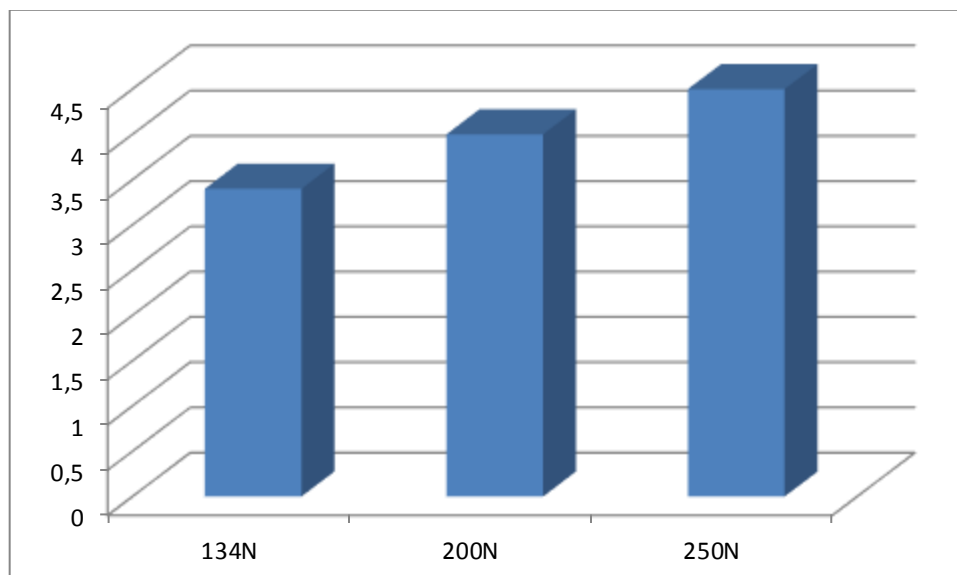


Figure 41. Laxités différentielles moyennes pré opératoires à 134, 200 et 250N

C. DONNEES PEROPERATOIRES

42 patients (57% de la série) ont bénéficiés d'au moins un geste complémentaire à la ligamentoplastie du LCA.

Les gestes associés ont été les suivant :

- Sutures méniscales : 27 patients (36% de la série)
- Ménissectomie : 13 patients (18% de la série)
- Plastie antéro latérale : 9 patients (12% de la série)
- Microfractures du condyle médial : 2 patients (3% de la série)
- Ostéotomie Tibiale de valgisation par addition interne : 2 patients (3% de la série)

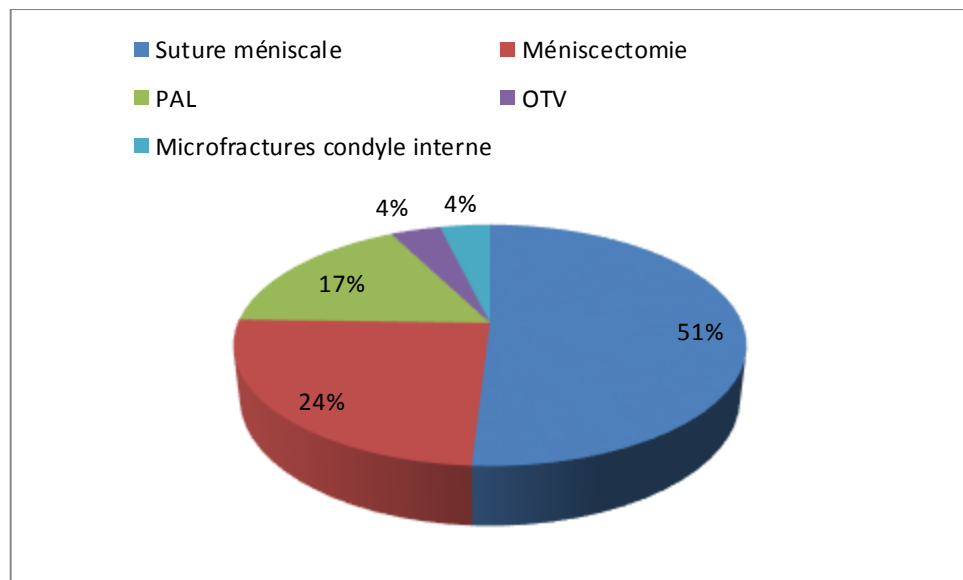


Figure 42. Répartitions des gestes associés à la ligamentoplastie

20 patients (27% de la série) ont bénéficiés d'une technique de prélèvement du greffon par double incision.

La baguette osseuse prélevée au dépend de la patella mesurait en moyenne 22 ± 3 mm. Celle prélevée au dépend du tibia mesurait en moyenne 26 ± 3 mm.

D. DONNEES POSTOPERATOIRES

21 patients (28% de la série) ont été opérés dans le cadre de la chirurgie ambulatoire.

24 patients (32% de la série) sont allés en centre de rééducation, dont 10 (13.5% de la série) en hospitalisation complète.

E. ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse statistique a été effectuée en recueillant l'ensemble des données sur le logiciel Microsoft Excell™ (Microsoft™, Redmond, Washington, Etats-Unis).

Les données ont été décrites par leur moyenne et leur écart-type pour les variables continues, et par leurs effectifs et pourcentages pour les variables discrètes. Les comparaisons entre les groupes ont été testées par des tests du Chi deux pour les variables qualitatives ou par des tests de Fischer quand les conditions de validité du Chi deux n'étaient pas remplies. Nous avons utilisés le test de Student pour les variables quantitatives (ou par des tests de Wilcoxon Mann Whitney quand les conditions de validité du test de Student n'étaient pas remplies).

Les comparaisons de données qualitatives appariées (comparaison avant-après) ont été testées par le test du Chi² de MacNemar (variables à deux classes). Les comparaisons de données quantitatives appariées ont été testées à l'aide du test de Student pour séries appariées. Quand les conditions de validité du test de Student pour séries appariées n'étaient pas remplies, nous avons effectués des tests de WilcoxonMann Whitney pour séries appariées.

Une valeur de p inférieure à 0.05 était considéré comme significative.

Des courbes ROC ont été réalisées afin d'analyser les performances pronostiques du GNRB à différentes modalités (134, 200 et 250N) et pour chaque seuil de laxité différentielle.

V. RESULTATS POST-OPERATOIRES

Nous avons réalisé une série rétrospective monocentrique multiopérateurs sur le CHU de Montpellier. Nous avons inclus 74 patients ayant tous bénéficié entre 2016 et 2019 d'une chirurgie de ligamentoplastie du LCA selon la technique de Kenneth Jones.

Treize patients (18% de la série) n'ont pas pu être recontactés ou n'ont pas pu effectuer l'examen laximétrique. L'analyse des résultats fonctionnels et laximétriques porte sur 61 patients.

Le recul moyen était de 29 mois \pm 10 (extrêmes : 12-50).

A. RESULTATS FONCTIONNELS

▪ Reprise du sport

45 patients (74% de la série) ont repris leurs activités sportives. Parmi eux, 30 patients (49% de la série) l'ont repris au même niveau d'intensité qu'avant.

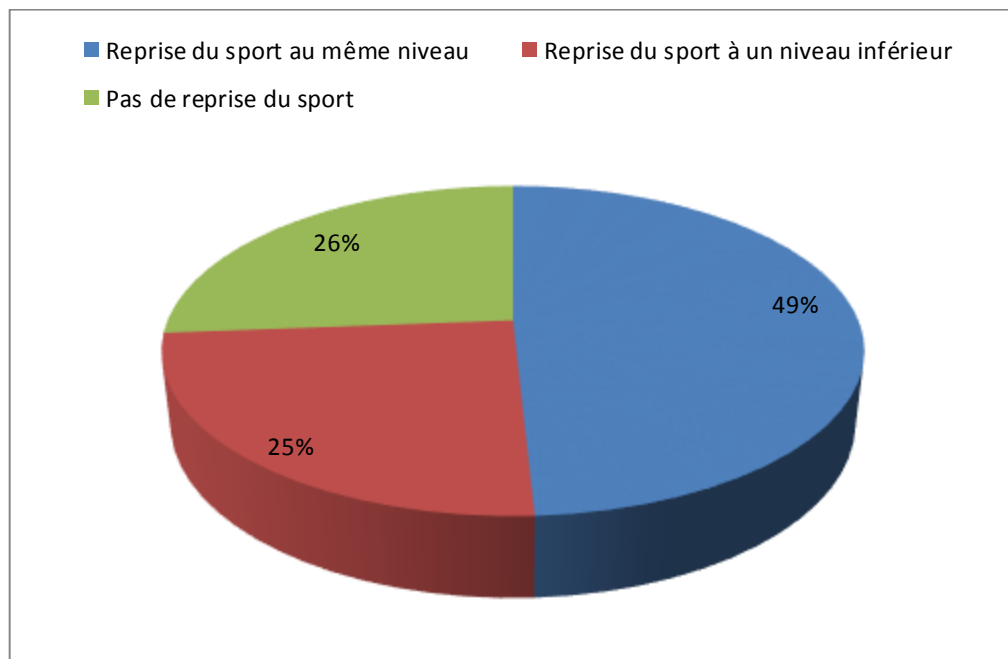


Figure 43. Répartition des capacités physiques post opératoires des patients

15 patients (25% de la série) ont repris leurs activités physiques antérieures à un niveau inférieur pour les motifs suivant :

- Peur/appréhension : 7 patients (12% de la série)
- Douleurs : 4 patients (6.5% de la série)
- Déconditionnement à l'effort : 3 patients (5% de la série)
- Rupture LCA controlatéral : 1 patient (1.5% de la série)

16 patients (26% de la série) n'ont pas pu reprendre leurs activités physiques pour les motifs suivant :

- Douleurs : 6 patients (10% de la série)
- Peur/appréhension : 5 patients (8% de la série)
- Instabilité persistante : 4 patients (6.5% de la série)
- Rupture LCA controlatéral : 1 patient (1.5% de la série)

▪ Scores fonctionnels

Les résultats moyens du **score KOOS** étaient les suivants :

- Item symptômes : 88% ± 15 (extrêmes : 29-100)
- Item douleur : 90% ± 14 (extrêmes : 41-100)
- Item vie quotidienne : 95% ± 10 (extrêmes : 43-100)
- Item activité : 79% ± 26 (extrêmes : 0-100)
- Item qualité de vie : 66% ± 28 (extrêmes : 0-100)

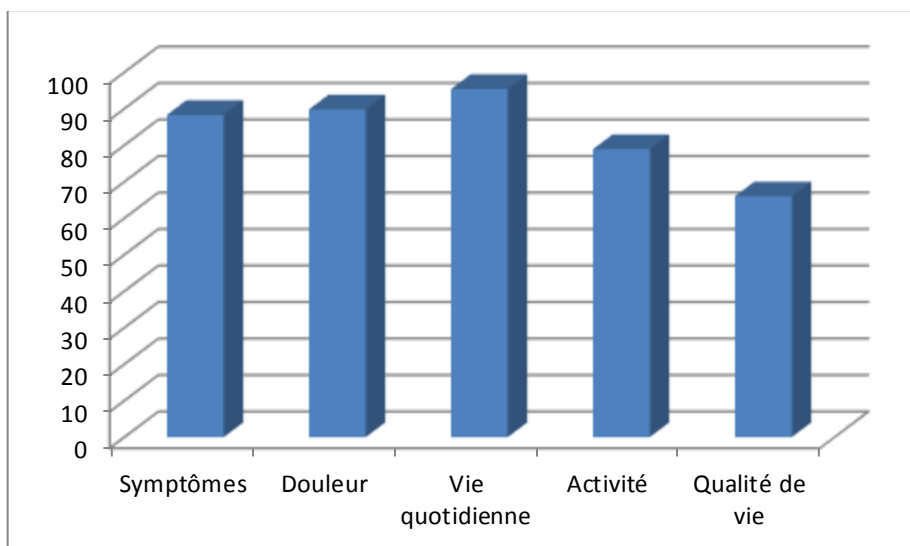


Figure 44. Résultats moyen post opératoire aux différents item du score KOOS

Les résultats moyens du **score IKDC** étaient les suivants :

- IKDC subjectif : $86\% \pm 17$ (extrêmes : 37-100)
- IKDC objectif (note sur 10 de la fonction actuelle) : 7.5 ± 2 (extrêmes : 1-10)

Les résultats moyens du **score ARPEGE** étaient les suivants :

- Item stabilité : $8.1/9 \pm 1.8$
- Item douleur et résistance : $7.5/9 \pm 1.8$
- Item mobilité/fonction : $8.8/9 \pm 0.6$

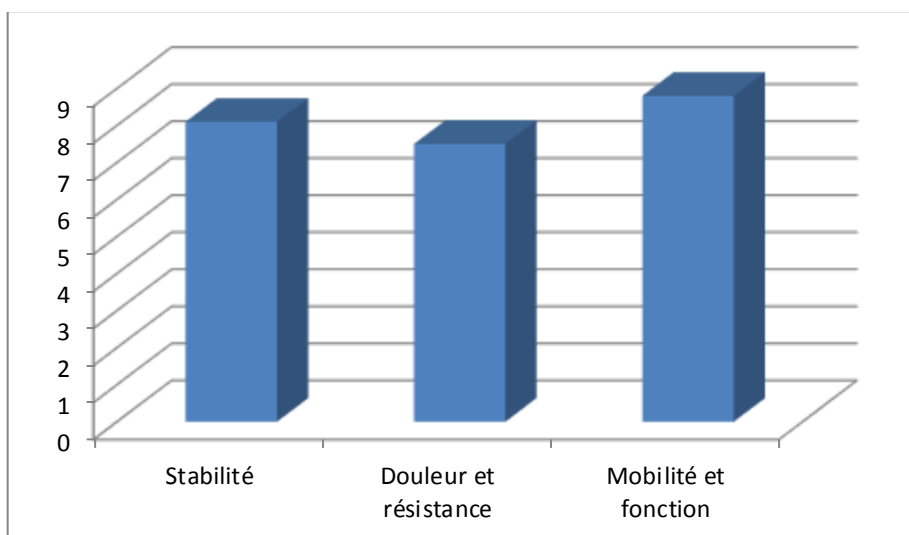


Figure 45. Résultats moyens des patients aux items Stabilité, douleur et résistance, et mobilité et fonction du score ARPEGE.

Résultat total :

- excellent : 18 patients (30% de la série)
- bon : 14 patients (22.5% de la série)
- moyen : 15 patients (25% de la série)
- mauvais : 14 patients (22.5% de la série)

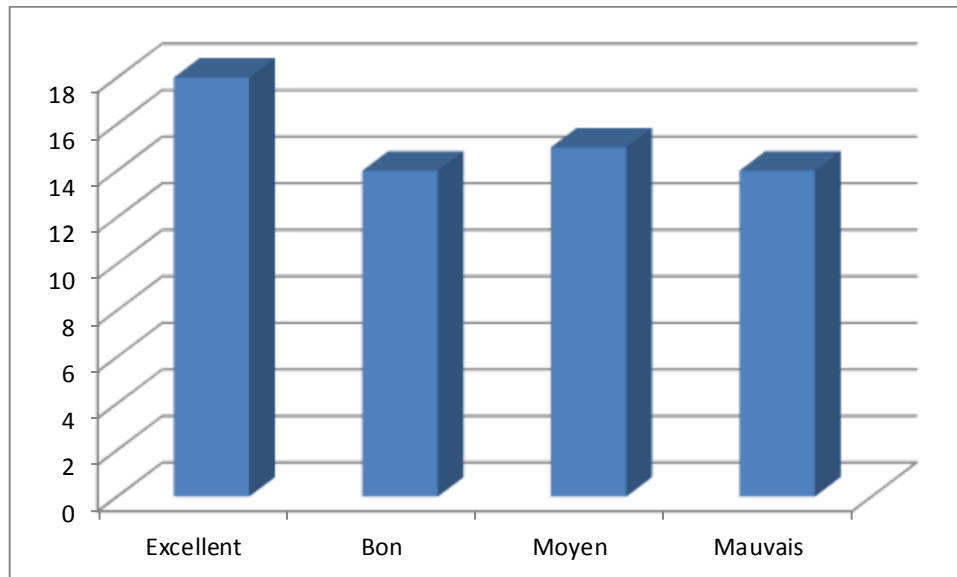


Figure 46. Distribution des patients en fonction des conclusions du score ARPEGE

Nous n'avons pas retrouvé d'effet d'un séjour en centre de rééducation sur la capacité à reprendre le sport (67% Vs 77%, $p=0.38$).

B. RESULTATS LAXIMETRIQUES

a. Comparaison des laximétries pré et post-opératoires

Les résultats laximétriques pré opératoires étaient les suivants :

- Laxité différentielle à 134N : $3.4 \pm 1.8\text{mm}$
- Laxité différentielle à 200N : $4.1 \pm 2.2\text{mm}$
- Laxité différentielle à 250N : $4.5 \pm 2.2\text{mm}$

Les résultats laximétriques postopératoires étaient les suivants :

- Laxité différentielle à 134N : $1.4 \pm 1.6\text{mm}$
- Laxité différentielle à 200N : $1.6 \pm 1.9\text{mm}$
- Laxité différentielle à 250N : $1.7 \pm 2.2\text{mm}$

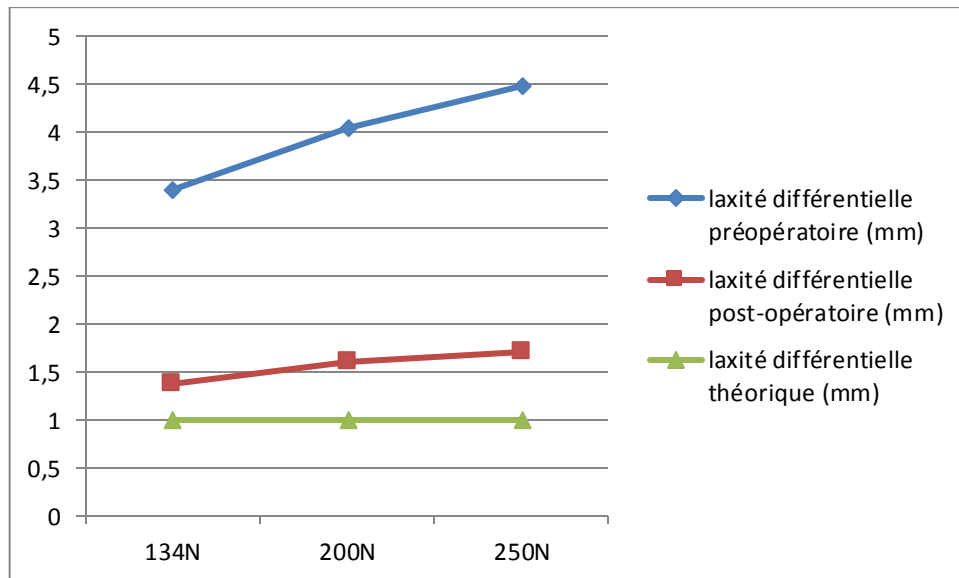


Figure 47. Courbes comparatives des laxités différentielles pré et post opératoires

On retrouve une amélioration statistiquement significative des laxités différentielles à 134, 200 et 250N après chirurgie ($p < 0.0001$).

b. Etude de la laxité préopératoire :

Nous n'avons pas retrouvé d'impact de la laxité différentielle pré opératoire sur la laxité différentielle post opératoire (A 134N : 0.6mm Vs 1.3mm, $p=0.15$) ou sur les résultats fonctionnels post opératoires.

Evaluation de l'impact de la laxité préopératoire à 134N sur les scores fonctionnels :

	Laxité différentielle préop < 3mm	Laxité différentielle préop ≥ 3mm	P
KOOS symptômes	86	90	0.35
KOOS douleur	85	92	0.15
KOOS vie quotidienne	92	96	0.34
KOOS activités	71	83	0.16
KOOS qual de vie	59	69	0.33
IKDC subjectif	81	88	0.25
IKDC objectif	7	8	0.07
ARPEGE stabilité	7	8	0.09
ARPEGE douleur résistance	7	8	0.09
ARPEGE mobilité fonction	9	8.8	0.16

Figure 48. Tableau comparant l'impact de la laxité différentielle pré opératoire sur les scores fonctionnels post opératoires

c. Etude de la laxité résiduelle post-opératoire:

TESTING A 134N

Il a été retrouvé en postopératoire une laxité différentielle ≥ 3 mm chez 7 patients (11.5% de la série). 54 patients (88.5% de la série) avaient une laxité différentielle postopératoire < 3 mm. Le testing à 134N est en faveur chez les patients ayant une laxité différentielle ≥ 3 mm des résultats suivants:

- un score KOOS qualité de vie inférieur (37% Vs 69%, p=0.03)
- un taux de reprise du sport inférieur (14% Vs 80%, p=0.001)
- un taux de retour au niveau sportif antérieur inférieur (0% Vs 50%, p=0.01)

	Laxité différentielle		p
	post-op < 3mm	post-op ≥ 3mm	
	(N=54)	(N=7)	
KOOS symptômes	88	89	0.8
KOOS douleur	90	91	0.84
KOOS vie quotidienne	95	97	0.59
KOOS activités	79	75	0.65
KOOS qual de vie	69	37	0.03
IKDC subjectif	87	78	0.2
IKDC objectif	7.5	6	0.18
ARPEGE stabilité	8.5	5.5	0.09
ARPEGE douleur résistance	7.5	7	0.18
ARPEGE mobilité fonction	8.8	8.8	0.96
ARPEGE excellent	18 (33%)	0 (0%)	0.16
ARPEGE bon	12 (24%)	2 (29%)	1
ARPEGE excellent + bon	31 (56%)	2 (29%)	0.09
ARPEGE moyen	12 (22%)	2 (29%)	1
ARPEGE mauvais	11 (20%)	3 (42%)	0.12
ARPEGE moyen + mauvais	23 (42%)	5 (71%)	0.09
Reprise de l'activité physique	43 (80%)	1 (14%)	0.004
Reprise du sport antérieur au même niveau	27 (50%)	0 (0%)	0.029

Figure 49. Tableau comparant l'impact de la laxité résiduelle post opératoire à 134N sur les scores fonctionnels et la capacité à reprendre les activités physiques

TESTING A 200N

	Laxité différentielle post-op < 3mm (N=47)	Laxité différentielle post-op ≥ 3mm (N=14)	P
	KOOS symptômes	87	93
KOOS douleur	89	92	0.58
KOOS vie quotidienne	95	96	0.91
KOOS activités	79	80	0.92
KOOS qual de vie	70	49	0.036
IKDC subjectif	87	82	0.44
IKDC objectif	7.5	7	0.27
ARPEGE stabilité	8.5	6.6	0.046
ARPEGE douleur résistance	7.6	7.3	0.53
ARPEGE mobilité fonction	8.9	8.8	0.56
ARPEGE excellent	17 (36%)	1 (7%)	0.049
ARPEGE bon	10 (21%)	3 (22%)	1
ARPEGE excellent + bon	27 (57%)	4 (29%)	0.12
ARPEGE moyen	11 (24%)	5 (35.5%)	1
ARPEGE mauvais	9 (19%)	5 (35.5%)	0.27
ARPEGE moyen + mauvais	20 (43%)	10 (71%)	0.12
Reprise de l'activité physique	38 (81%)	6 (43%)	0.01
Reprise du sport antérieur au même niveau	25 (53%)	2 (14%)	0.01

Figure 50. Tableau comparant l'impact de la laxité résiduelle post opératoire à 200N sur les scores fonctionnels et la capacité à reprendre les activités physiques

Il a été retrouvé en postopératoire une laxité différentielle ≥ 3mm chez 14 patients. 47 patients avaient une laxité différentielle postopératoire < 3mm.

Le testing à 200N est en faveur chez les patients ayant une laxité différentielle ≥ 3 mm des résultats suivants :

- une diminution de leur score KOOS qualité de vie (49% Vs 70%, $p=0.036$)
- une diminution de leur score ARPEGE stabilité (6.6 Vs 8.5, $p=0.046$)
- un moins bon taux de reprise du sport (43% Vs 81%, $p=0.01$)
- un moins bon taux de retour au niveau sportif antérieur (14% Vs 53%, $p=0.01$).
- moins de niveau excellent au score ARPEGE (7% Vs 36%, $p=0.049$)

TESTING A 250N

Il a été retrouvé en postopératoire une laxité différentielle ≥ 3 mm chez 16 patients.
43 patients avaient une laxité différentielle postopératoire < 3 mm.
2 patients n'ont pas supporté le testing à 250N.

Le testing à 250N est en faveur chez les patients ayant une laxité différentielle ≥ 3 mm des résultats suivants :

- un moins bon taux de reprise du sport (44% Vs 86%, $p=0.01$)
- un moins bon taux de retour au niveau sportif antérieur (19% Vs 53%, $p=0.03$)

	Laxité différentielle post-op <3mm (N=43)	Laxité différentielle post-op ≥ 3mm (N=16)	P
KOOS symptômes	87	93	0.07
KOOS douleur	88	94	0.17
KOOS vie quotidienne	95	96	0.64
KOOS activités	77	84	0.38
KOOS qual de vie	69	63	0.5
IKDC subjectif	86	87	0.85
IKDC objectif	7.5	7.4	0.93
ARPEGE stabilité	8.5	7.6	0.1
ARPEGE douleur résistance	7.5	7.7	0.72
ARPEGE mobilité fonction	8.9	8.8	0.71
ARPEGE excellent	16 (37%)	2 (13%)	0.18
ARPEGE bon	11 (26%)	4 (25%)	1
ARPEGE excellent + bon	27 (63%)	6 (28%)	0.13
ARPEGE moyen	8 (18.5%)	5 (31%)	0.28
ARPEGE mauvais	8 (18.5%)	5 (31%)	0.28
ARPEGE moyen + mauvais	16 (37%)	10 (62%)	0.13
Reprise de l'activité physique	37 (86%)	7 (44%)	0.006
Reprise du sport antérieur au même niveau	23 (53%)	3 (19%)	0.02

Figure 51. Tableau comparant l'impact de la laxité résiduelle post opératoire à 250N sur les scores fonctionnels et la capacité à reprendre les activités physiques

d. Recherche de facteurs prédictifs de laxité résiduelle :

Recherche de facteurs prédictifs de développer une laxité différentielle $\geq 3\text{mm}$ à 200N :

	Laxité différentielle post op < 3mm	Laxité différentielle post op $\geq 3\text{mm}$	p
<20 ans	11 (20%)	6 (75%)	0.09
Sexe F	17 (30%)	2 (14%)	0.3
BMI moyen	24	24	1
Hyperlaxe	7 (14%)	4 (40%)	0.2
Lésion méniscale	30 (54%)	8 (57%)	1
Pente tibiale	10.6	9.6	0.3

Figure 52. Tableau comparant l'impact des facteurs cliniques et radiographiques de la laxité résiduelle post opératoire à 200N

	Age<20 ans	Age $\geq 20\text{ans}$	p
Laxité différentielle post op à 200N	2.9	1.3	0.014
Reprise des activités physiques	7 (58%)	37 (77%)	0.27

Figure 53. Tableau évaluant l'impact de l'âge sur la laxité différentielle post opératoire à 200N et sur la reprise des activités physiques

Les patients âgés de moins de 20 ans présentent une laxité différentielle post-opératoire significativement plus élevée que les autres ($2.9 \pm 1.9\text{mm}$ Vs $1.3 \pm 1.8\text{mm}$, $p=0.014$).

e. Etude des courbes ROC

L'intérêt pronostic de chaque force de testing a été évalué en fonction de l'aire sous la courbe (AUC). Les critères pronostics évalués ont été les suivant :

- la reprise des activités physiques
- la reprise du sport au même niveau antérieur
- le score Arpège classé en moyen-mauvais Vs bon-excellent.

Le testing à 200N semble être le plus performant à visée pronostique avec une aire sous courbe (AUC) de 0.75 [0.6-0.9] dans le cadre de la reprise du sport.

Un seuil de laxité différentielle de 4mm à 200N de testing est hautement prédictif d'un échec de reprise du sport avec une valeur prédictive positive de 86% et une spécificité de 98%.

A 134N, une augmentation de 1mm de la laxité différentielle est associé à une probabilité plus élevée d'échec de retour au sport avec un odds ratio multiplié par 2 ([IC95% 1.22-3.23] ; $p < 0.01$).

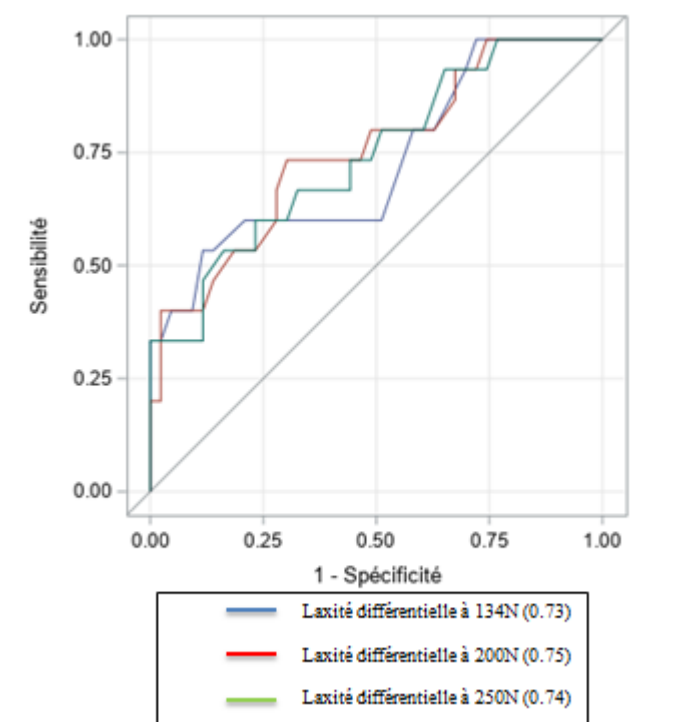


Figure 54. Courbe ROC d'analyse de la sensibilité-spécificité du GNRB dans la prédiction de l'échec du retour au sport.

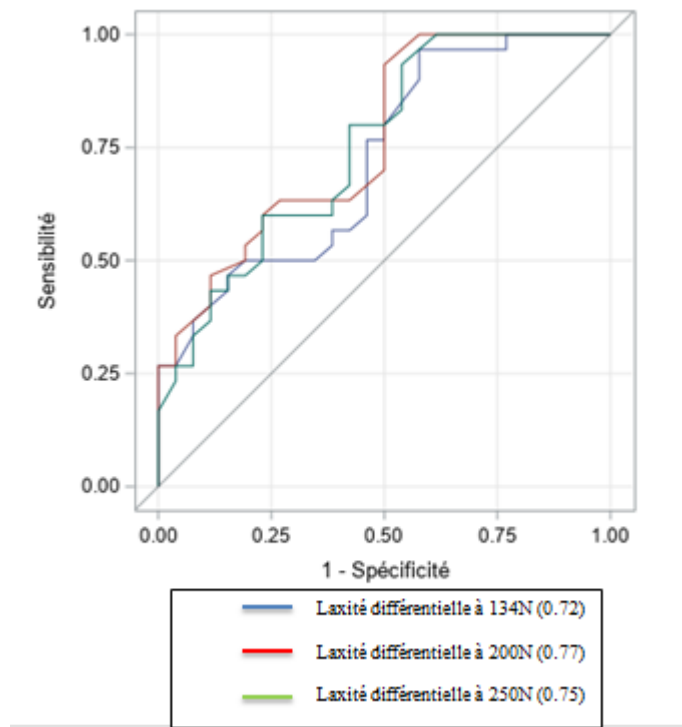


Figure 55. Courbe ROC d'analyse de la sensibilité-spécificité du GNRB dans la prédiction de l'échec de la reprise des activités physiques au même niveau antérieur.

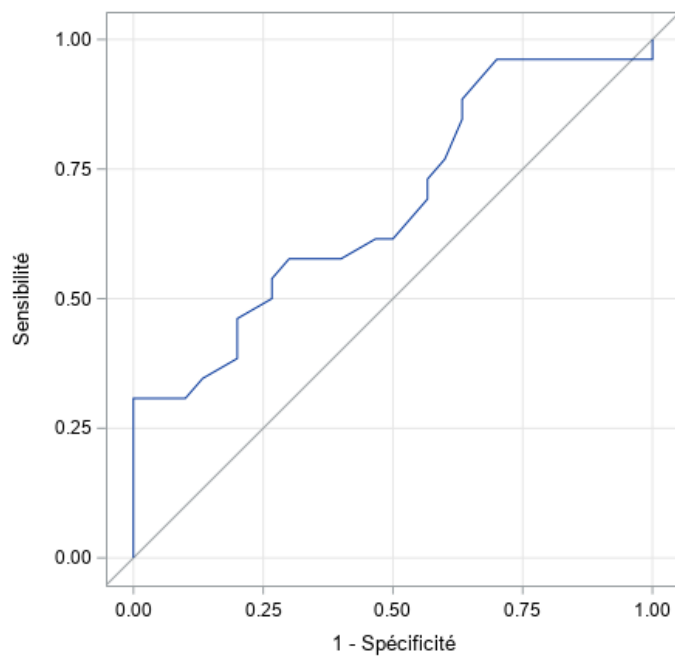


Figure 56. Courbe ROC d'analyse de la sensibilité-spécificité du GNRB dans la prédiction d'obtenir un score Arpège total moyen/mauvais

A 200N, une augmentation de 1mm de la laxité différentielle est associée à une probabilité plus élevée d'obtenir un score Arpège mauvais/moyen avec un odds ratio multiplié par 1.5 ([IC95% 1.1-2] ; p=0.02).

C. RESULTATS RADIOGRAPHIQUES

L'analyse radiographique retrouve :

- 53 tunnels bien positionnés (85.5% de la série)
- 5 tunnels antérieurs (8% de la série)
- 4 tunnels postérieurs (6.5% de la série)

La pente tibiale moyenne mesurée sur la radiographie postopératoire était de $10 \pm 4^\circ$ (extrêmes : 4-27). La pente tibiale extrême de 27° a été retrouvée chez un patient ayant bénéficié d'une ostéotomie tibiale de valgisation.

D. COMPLICATIONS

- 40% des patients se plaignent de douleurs agenouillées.
- 54% des patients présentent un déficit de sensibilité face externe du genou.
- 0 fractures de patella.

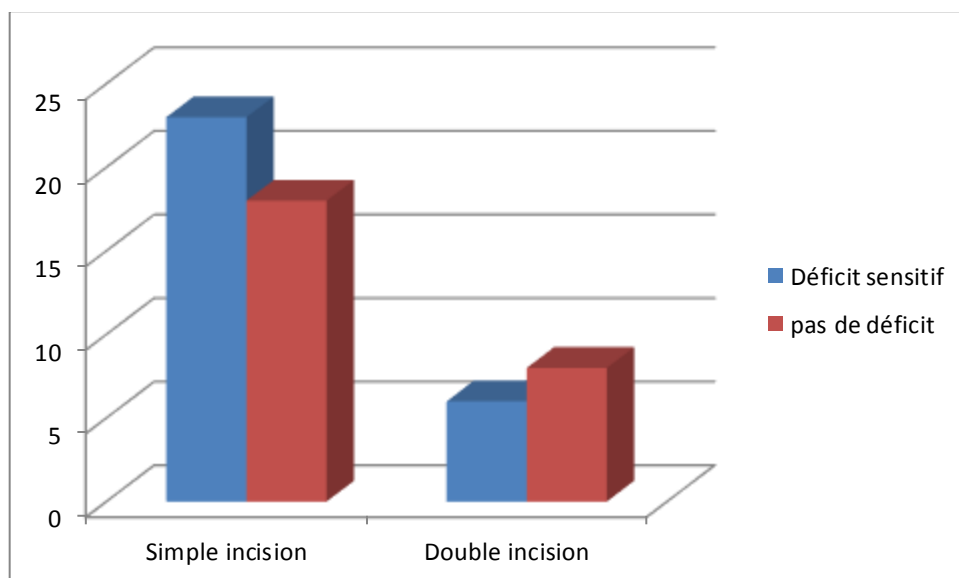


Figure 57. Impact de la technique de prélèvement sur le déficit sensitif face externe du genou

Nous n'avons pas mis en évidence l'impact protecteur de la double incision sur la survenue d'un déficit sensitif face externe du genou ($p=0.54$) ou sur les douleurs antérieures ($p=0.12$).

	Douleurs agenouillées	p
Laxité différentielle post op < 3mm à 200N	18 (39%)	1
Laxité différentielle post op ≥ 3mm à 200N	4 (36%)	1
Baguette patellaire <25mm	11 (37%)	0.5
Baguette patellaire ≥25mm	7 (50%)	0.5
Baguette tibiale <30mm	13 (39%)	0.7
Baguette tibiale ≥30mm	5 (46%)	0.7
Sexe féminin	8 (53%)	0.2
Sexe masculin	15 (35%)	0.2
BMI>25	8 (42%)	1
Double incision	9 (60%)	0.07

Figure 58. Impact de la laxité résiduelle, de la taille des baguettes osseuses, du sexe, du BMI et de la technique de prélèvement sur les douleurs agenouillées

Nous n'avons pas mis en évidence de facteurs de risques ou de facteurs protecteurs sur la survenue de douleurs agenouillées post opératoires.

- 10 complications (13.5% de la série) sont survenues dans la série :
 - 3 ruptures controlatérales du LCA (4% de la série).
 - 2 ruptures du transplant (2.5% de la série).
 - 3 lâchages de sutures méniscales (4% de la série).
 - 1 syndrome du cyclope (1.5% de la série).
 - 1 tendinopathie invalidante du ligament patellaire (1.5% de la série).

- 7 patients (9.5% de la série) ont subi une seconde intervention chirurgicale :
 - 2 reprises de ligamentoplastie (2.5% de la série).
 - 2 ligamentoplastie controlatérale (2.5% de la série).
 - 2 reprises de suture méniscale (2.5% de la série).
 - 1 méniscectomie (2% de la série).

VII. DISCUSSION

A. INDICATIONS THERAPEUTIQUES

Dans notre étude l'indication chirurgicale s'est portée sur des patients jeunes (de 16 à 42ans), instables et sportifs amateurs.

Les modalités du traitement des ruptures du LCA sont à ce jour encore très débattues. L'indication chirurgicale est fonction de la gêne fonctionnelle (instabilité), du niveau sportif, et de la demande fonctionnelle du patient. Il dépend également du type d'activité sportive et de l'âge [84].

Schématiquement, pour les patients présentant une rupture du LCA, Noyes et al. ont décrit la règle des trois tiers [85]:

- Un tiers des patients compenseront suffisamment bien leur déficit au moyen d'un traitement ortho-fonctionnel.
- Un tiers des patients s'adapteront à leur déficit et modifieront leur niveau d'activité physique pour éviter les symptômes.
- Un tiers des patients bénéficieront d'un traitement chirurgical.

Le premier challenge est donc d'être capable d'identifier quels sont les patients susceptibles d'être gênés sur le plan fonctionnel. Eric S. Secrist et al. propose une reconstruction aux patients présentant une lésion méniscale associée, à ceux ayant pour objectif de reprendre une activité pivot de type basket ou football plus de quatre heures par semaine, et à ceux en échec de traitement ortho-fonctionnel [86].

Il persiste alors la question des sujets jeunes, mais peu sportifs et/ou peu gênés sur le plan fonctionnel. Il a été démontré que la fréquence de lésions méniscales secondaires chez les patients ayant eu une rupture du LCA était moins importante chez les patients reconstruits précocement que pour les autres [6], [87].

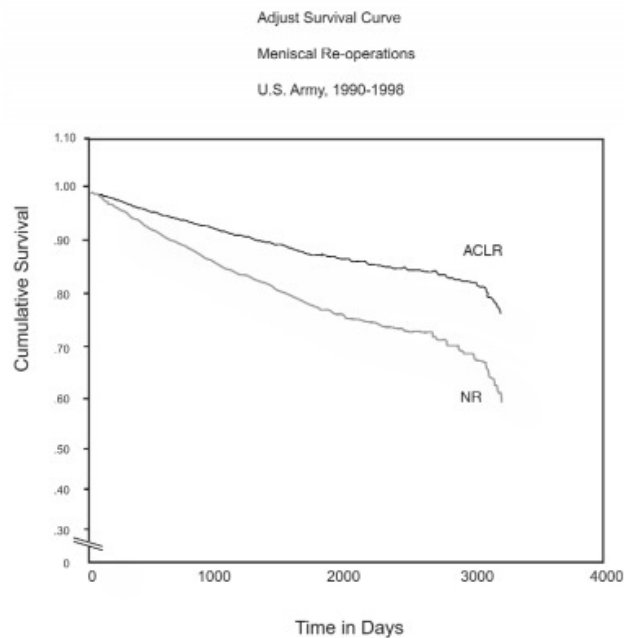


Figure 59. Influence de la reconstruction du LCA sur la survie méniscale

Source : **Warren R. Dunn**. *The Effect of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction on the Risk of Knee Reinjury*. *The American Journal Of Sports Medicine*.

Dans cette population, la reconstruction est réalisée essentiellement en vue de préserver le capital ménisco-cartilagineux. Malheureusement l'impact protecteur de la reconstruction du LCA sur la gonarthrose n'est pas encore démontrée [88].

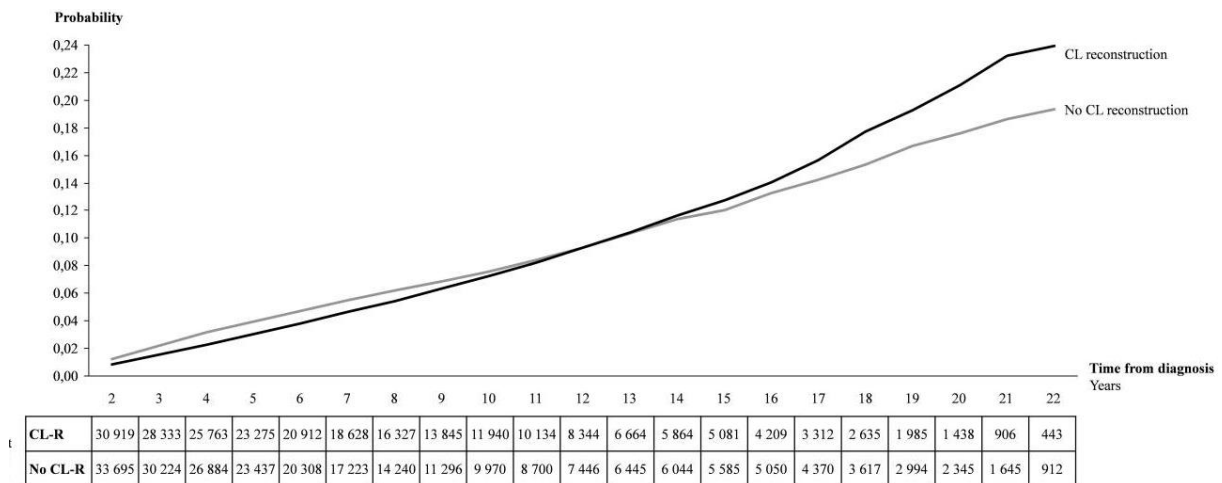


Figure 60. Probabilité de développer une gonarthrose post rupture du LCA, chez les patients opérés et non opérés.

Source: **Richard Nordenvall et al**: Cruciate Ligament Reconstruction and Risk of Knee Osteoarthritis: The Association Between Cruciate Ligament Injury and Post-Traumatic Osteoarthritis. A Population Based Nationwide Study in Sweden, 1987-2009

Certains patients opérés dans cette série ont présentés une rupture complète du LCA ayant fait suite à une rupture partielle en traitement ortho-fonctionnel. Il n'existe pas à ce jour de consensus sur la prise en charge des ruptures partielles. Chez les sujets jeunes, cette totalisation de rupture partielle surviendrait dans 39% des cas, préférentiellement chez les sujets de moins de 20 ans réalisant des sports pivots [89].

B. LA TECHNIQUE CHIRURGICALE

Il existe de nombreuses techniques chirurgicales pour reconstruire le LCA. Les deux principales étant la plastie aux ischio jambiers, l'autre étant celle au ligament patellaire. Il est actuellement toujours très débattu dans la littérature de la supériorité de l'une de ces techniques sur l'autre.

Les travaux biomécaniques de Noyes [90] ont permis d'évaluer la résistance à la rupture des différents transplants. Le transplant au dépend du ligament patellaire est celui qui présente la plus forte résistance à la rupture, évaluée à 159-168% de celle du LCA natif. Les tendons du semi tendineux et du gracilis ont été respectivement évalués à 70 et 49%. Les autres avantages

de la technique sont une intégration os-os du transplant et une limitation de la baisse de force des muscles de la patte d'oie [91].

Sur le plan des résultats fonctionnels, les résultats sont très partagés. Le taux d'échec et de rerupture semble être plus favorable à la plastie au ligament patellaire qu'aux ischio-jambiers [40]–[44], [70], [77], [92]. Le KJ semble également permettre un meilleur contrôle statique [40], [41], [44]–[46], [93] et rotatoire [42], [46] de la laxité du genou opéré.

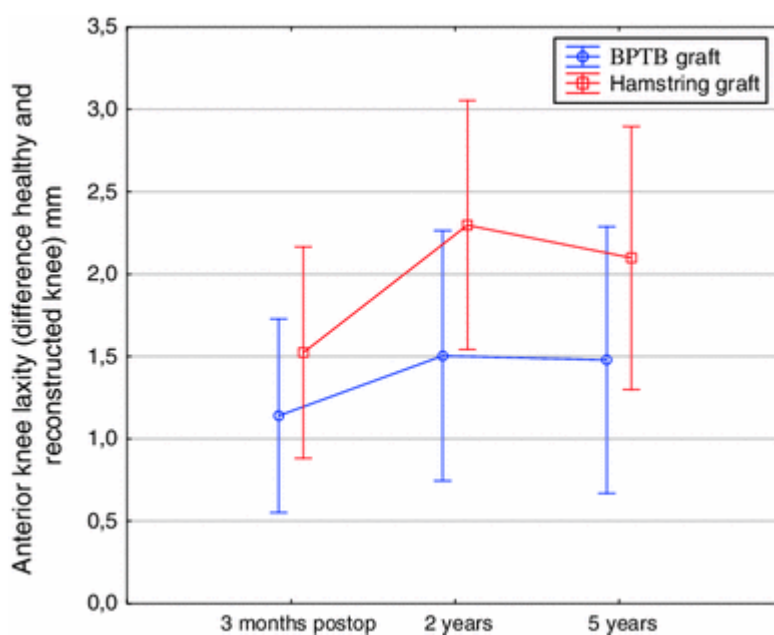


Figure 61. Figure montrant la supériorité du KJ sur le DIDT concernant le contrôle de la STS post opératoire

Source : **Heijne et al.** (2013) A two- and five-year follow-up of clinical outcome after ACL reconstruction using BPTB or hamstring tendon grafts: a prospective intervention outcome study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*

Cette supériorité théorique du KJ sur la plastie aux ischio jambiers ne semble pas se retrouver sur les résultats fonctionnels où les deux techniques sont souvent jugées équivalentes [42], [47], [94], [95].

KIM SJ et al. retrouve dans une population hyperlaxe une supériorité des résultats fonctionnels et une diminution du risque de rerupture de la plastie au ligament patellaire sur celle aux ischiojambiers [93], potentiellement en lien avec le meilleur contrôle du KJ sur la laxité statique [40], [41], [44]–[46], [93] et rotatoire [42], [46] du genou.

L'essor et le développement des plasties aux ischiojambiers peuvent s'expliquer d'une part de l'équivalence apparente des résultats fonctionnels, et d'autre part d'une moindre morbidité de la technique. En effet, le KJ est presque systématiquement associé dans la littérature à un taux plus important de douleurs antérieures et de douleurs agenouillées [42], [44], [70], [71], [92], [95], [96], allant selon les séries pour les douleurs agenouillées de 12% [70] à 73% [96]. Certaines études rapportent également une moins bonne récupération des mobilités dans les groupes KJ [48], [91], [97].

En conclusion, comme le décrit Schuette dans sa méta-analyse de 2017 [45], la ligamentoplastie par Kenneth Jones procure une meilleure stabilité du genou que la plastie aux ischio jambiers, au prix de plus de complications post opératoires.

C. RESULTATS FONCTIONNELS

Nous retrouvons un taux de retour au sport de 74%, et de retour au niveau antérieur de 49%. Gupta et al. retrouve dans une série similaire des taux respectifs de 79% et 40% [41].

Des taux très supérieurs peuvent être retrouvés dans des séries comportant un haut taux de sportifs professionnels. Nakayama et al. retrouvent dans leur série 92% de retour au niveau antérieur à 8 mois postopératoires [98].

Pour Lee et al. le premier facteur responsable de la non reprise du sport au niveau antérieur est psychologique [99] (devant l'instabilité et les douleurs réunis). Dans notre série, le motif psychologique (peur/appréhension) expliquait près de 40% des non reprises du sport au niveau antérieur. Aucun sportif professionnel n'a été inclus dans notre étude.

Nos résultats au score KOOS sont comparables à ceux obtenus par Leitgeb et al. à 5 ans de recul [96]. Le score KOOS est un des scores fonctionnels les plus utilisés dans la chirurgie du genou. Dans leur étude Bourlez et al. considèrent qu'il existe pour un score fonctionnel un effet plancher ou plafond si plus de 15% des répondants ont respectivement obtenu le score le plus bas ou le plus élevé possible [100].

Dans notre étude, le score maximal de 100% a été obtenu par :

- 35% des patients pour l'item symptôme
- 37% des patients pour l'item douleur
- 67% des patients pour l'item vie quotidienne
- 35% des patients pour l'item activité

Pour la chirurgie de ligamentoplastie du LCA, le score KOOS présente un important effet plafond pour ses quatre premiers items et n'est donc pas le plus adapté.

Nous retrouvons dans notre étude un score IKDC subjectif de $85.9\% \pm 17$. Ce score est comparable aux $84.6\% \pm 13.8$ retrouvés après deux ans de recul par Mohtadi [95].

Un patient présentant un genou sec et indolore, mais incapable de reprendre une activité physique du fait d'un genou instable peut obtenir un score $> 70\%$. L'IKDC n'est donc pas non plus adapté à une population jeune et sportive opérée d'une ligamentoplastie du genou.

Nous avons utilisé le score ARPEGE car il présente l'avantage d'étudier de manière distincte la stabilité, la douleur, et la mobilité du genou. Au moyen des courbes ROC, nous avons pu établir une relation directe entre la stabilité subjective du patient et la laxité objective évaluée par le GNRB.

L'ARPEGE est peu représenté dans la littérature internationale où lui est préféré le Lysholm-Tegner [101]. L'avantage de ce dernier est qu'il est assez spécifique du suivi des ligamentoplasties du LCA. La stabilité représente seulement 25% de la note finale et il n'est pas possible de l'étudier sélectivement pour y rechercher l'influence d'un paramètre spécifique.

D. RESULTATS LAXIMETRIQUES

Il a été démontré qu'il existait d'importantes variations de la laximétrie entre 0 et 12 mois post opératoires [58], [102]. C'est pourquoi nous avons réalisé nos contrôles laximétriques à plus d'un an post opératoire.

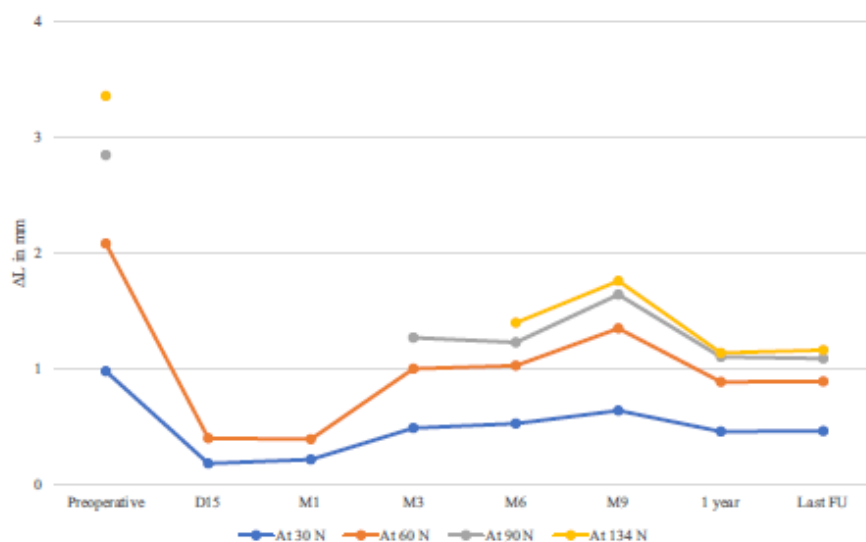


Figure 62. Evolution de la laxité différentielle post ligamentoplastie (GNRB), au décours du temps, à 30, 60, 90 et 134N. Source : **Poudroux et al.** Joint laxity and graft compliance increase during the first year following ACL reconstruction with short hamstring tendon grafts. Sept 2019

Nous avons retrouvé pour une laximétrie post-opératoire à 134N une laxité différentielle moyenne de $1.38\text{mm} \pm 1.6\text{mm}$, ce qui est satisfaisant sur le plan du contrôle laximétrique.

Authors	Side-to-Side Difference BPTB, mm
Gifstad et al ³	1.4 ± 1.8
Holm et al ⁵	3.0 ± 3.2
Keays et al ⁷	1.36 ± 1
Lidén et al ¹⁰	2.3
Ahldén et al ¹	1.4 ± 2.6
Sajovic et al ¹⁹	2.5 ± 1.7
Webster et al ²¹	0.6 ± 1.5
Wipfler et al ²²	0.90 ± 0.271
Zaffagnini et al ²⁴	0.4 ± 0.6

Figure 63. Laxités instrumentale moyennes des KJ issues de la méta-analyse de **Kirsten L. Poehling-Monaghan et al.** Long-Term Outcomes in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. A Systematic Review of Patellar Tendon Versus Hamstring Autograft. The Orthopaedic Journal of Sports Medicine 2017 [48]

Dans notre étude les femmes avaient tendance à développer une laxité différentielle post-opératoire plus importante (A 200N : 2mm Vs 1.5mm, $p=0.33$). Semay et al. ont retrouvé des résultats similaires chez cette population [102].

Magnussen et al. ont démontrés l'impact négatif de la laxité préopératoire sur le risque de rupture itérative et sur les résultats fonctionnels post-opératoires [103]. Les patients ont été classés en fonction de l'importance de leur laxité clinique (tiroir antérieur et/ou

Lachman > 10mm par rapport au côté contro-latéral et/ou présence d'un pivot shift côté à 3+). Aucune laximétrie instrumentale n'a été réalisé pour confirmer ces résultats. Nous n'avons pas retrouvé d'impact de la laxité différentielle pré opératoire sur la laxité différentielle post opératoire (A 134N : 0.6mm Vs 1.3mm, $p=0.15$) ou sur les résultats fonctionnels post opératoires.

Dans notre étude l'âge inférieur à 20 ans était associé de manière significative à une laxité différentielle post-opératoire plus importante (A 200N : 2.9mm Vs 1.3mm $p=0.014$). Cette notion a déjà été démontrée dans la littérature [50], [104]. Dans une étude portant sur 5.462 patients, Cristiani et al. ont retrouvés d'autres facteurs de risque de développer une laxité résiduelle postopératoire tels que :

Une laxité différentielle pré opératoire > 5mm, une méniscectomie interne et une plastie aux ischio jambiers.

Ces données suggèrent que la laxité est un paramètre multifactoriel dépendant notamment de la nature du transplant, de sa tension, de son positionnement isométrique, de son processus de ligamentisation, de son exposition aux facteurs hormonaux et des lésions associées.

La littérature actuelle n'est pas en faveur d'un impact péjoratif de la laxité résiduelle sur les résultats fonctionnels post opératoires [33], [34], [40], [53]–[56]. Pourtant Daniel D. avait retrouvé chez ses patients traités orthopédiquement d'une rupture du LCA une dégradation des résultats fonctionnels proportionnelle à l'importance de leur laxité résiduelle [52]. Nous avons retrouvé au moyen d'une analyse laximétrique par GNRB à plusieurs niveaux d'intensités et à différents seuils un impact péjoratif de la laxité résiduelle sur les résultats fonctionnels post-opératoires, avec une multiplication du risque de non reprise du sport par 2 pour chaque millimètre de laxité différentielle en plus à 134N ([IC95% 1.22-3.23] ; $p < 0.01$).

Nous avons pu établir une relation directe entre la laxité résiduelle post opératoire et un score fonctionnel dédié au suivi des patients opérés d'une ligamentoplastie du LCA (A 200N, chaque augmentation d'un mm de la laxité différentielle augmente par 1.45 le risque d'obtenir un score ARPEGE final mauvais-moyen ([IC95% 1.05-2.02] ; p=0.02).

Nous avons constaté un lien entre la stabilité subjective du patient et la laxité objective du genou (item stabilité de l'ARPEGE à 6.66 chez les sujets laxes Vs 8.53 chez les autres, p=0.046, à 200N de testing et 3mm de seuil pronostique).

Les modalités d'utilisation des laximétries instrumentales sont actuellement discutées. Les forces appliquées au testing impactent fortement les résultats laximétriques [58]. On retrouve dans la littérature de nombreuses modalités d'utilisations des laximétries: 30N, 60N, 90N [58], 134N [50], [57], 150N [59], 180N [60], 200N ou 250N [61]. Aucune recommandation dans le cadre du suivi post opératoire n'a été validée. Dans notre étude, le testing à 200N de force est le plus performant à visée pronostique avec une AUC de 0.75 [0.6-0.9]. Notre faible AUC s'explique par le fait que nous avons définis la sensibilité comme étant la probabilité d'avoir une laxité différentielle donnée chez un patient en échec de reprise de sport. Hors l'instabilité n'est pas le principal critère d'absence de reprise du sport après une ligamentoplastie du LCA. Dans une série comparable de Lee et al. [99] décrivant les principaux motifs d'absence de reprise du sport après ligamentoplastie, la peur de la rupture itérative était retrouvée dans 20% des cas, devant la douleur/instabilité qui expliqueraient 17.8% des cas.

Il a récemment été démontré que la pression exercée sur la patella influence les résultats laximétriques [36]. Il n'existe pas à ce jour de consensus quant à la force à appliquer sur la patella [32]. Nos tests ont été réalisés en appliquant une force de pression patellaire comprise entre 50 et 60N afin de minimiser ce biais de mesure.

Les modalités d'interprétation des laximétries instrumentales sont également discutées. L'interprétation des résultats nécessite un seuil pronostique reconnu. Dans la littérature, l'échec chirurgical est défini sur des critères définis par des données diagnostiques [39], [64], [65]: laxité différentielle postopératoire ≥ 5 mm [67], [68] ou ≥ 3 mm [43], [58], [62]. Ces seuils n'ont pas été validés dans le cadre du suivi post opératoire. Nous proposons l'utilisation à visée pronostic d'un seuil de laxité différentielle de 4mm à 200N de testing. Ce seuil est prédictif d'un échec de reprise du sport avec une valeur prédictive positive de 86% et une spécificité de 98%.

Il existe également des différences de résultats en fonction du type de laximétrie utilisé. A paramétrage identique, Klasan et al. retrouvent deux fois plus de laxité différentielle $\geq 3\text{mm}$ avec le KT-1000 qu'avec le GNRB [105]. Mourgiers et al. ne retrouvent pas non plus de bonne concordance entre les différents appareils [106].

L'interprétation des résultats laximétriques post opératoires est difficile car elle est soumise à de nombreux paramètres, eux-mêmes mal définis dans la littérature, et dont la modification d'un seul d'entre eux peut rendre les résultats non comparables entre les différentes séries. De plus, les laximétries instrumentales sont soumis à une faible reproductibilité intra et inter observateurs [107].

D'autres études laximétriques prospectives et incluant un plus grand nombre de patients devront être réalisées afin de confirmer nos résultats. Il serait également intéressant de valider un protocole de suivi sur les autres appareils laximétriques disponibles, et d'étudier d'autres types de greffons. Notre analyse ne s'est portée que sur l'évaluation du contrôle statique du genou. Il existe désormais un module ROTAB disponible sur le GNRB permettant d'analyser dans le même temps le contrôle rotatoire du genou.

E. RESULTATS RADIOGRAPHIQUES

1. POSITIONNEMENT DU TUNNEL FÉMORAL

Il a été démontré dans la littérature qu'un tunnel fémoral trop postérieur ou trop antérieur peut conduire à une diminution des mobilités et à une rupture du transplant [108]. L'impact de ces malpositions sur la laximétrie est sujet au débat. En effet, Eiichi Tsuda et al. ne retrouve pas d'effet de la position des tunnels tibiaux ou fémoraux sur la laximétrie post opératoire [109].

Après avoir classé ses patients en trois groupes en fonction de la position antéro postérieure du tunnel fémoral, Seung-Suk Seo et al. rapporte une laxité différentielle post opératoire mesurée par GNRB significativement moins importante dans le groupe où le tunnel

fémoral était plus postérieur [57]. Dans cette étude, seul le positionnement antéro postérieur du tunnel fémoral a été étudié.

Notre faible taux de malposition des tunnels ne nous a pas permis de trouver de corrélations statistiques entre le positionnement des tunnels et les résultats laximétriques.

2. TECHNIQUE DE MESURE

De nombreuses techniques d'évaluation du positionnement des tunnels existent. Certains auteurs analysent le positionnement des tunnels dans le plan frontal au moyen de clichés dits "tunnel view" réalisés à 60° de flexion [82], [110].

Les études récentes qui étudient le positionnement des tunnel font désormais appel à l'analyse scanner, souvent associée à la reconstruction 3D [111]–[115]. Si cette technique semble permettre une analyse plus fine du positionnement des tunnels, elle n'en reste pas moins beaucoup plus irradiante que la radiographie. Il ne nous a pas semblé éthique de l'utiliser à titre systématique pour tous les patients dans le cadre du suivi post opératoire.

Il existe plusieurs techniques pour évaluer le positionnement des tunnels sur une radiographie standard du genou. Nous avons opté pour la technique des cadrans de Bernard car elle la plus utilisée dans la littérature. Nous aurions pu opter pour la technique d'Aglietti et al. qui est très similaire[116].

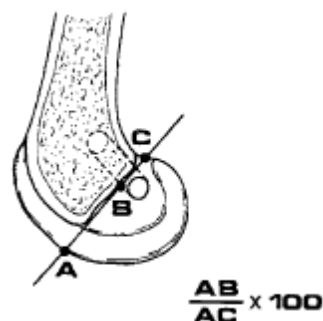


Figure 64. Analyse radiographique du positionnement du tunnel fémoral selon la méthode d'Aglietti et al. sur un cliché de profil de genou.

Nous aurions pu utiliser la technique de Pinczewski et al. [108], récemment reprise par Debnath et al. [117], pour évaluer le bon positionnement des tunnels.

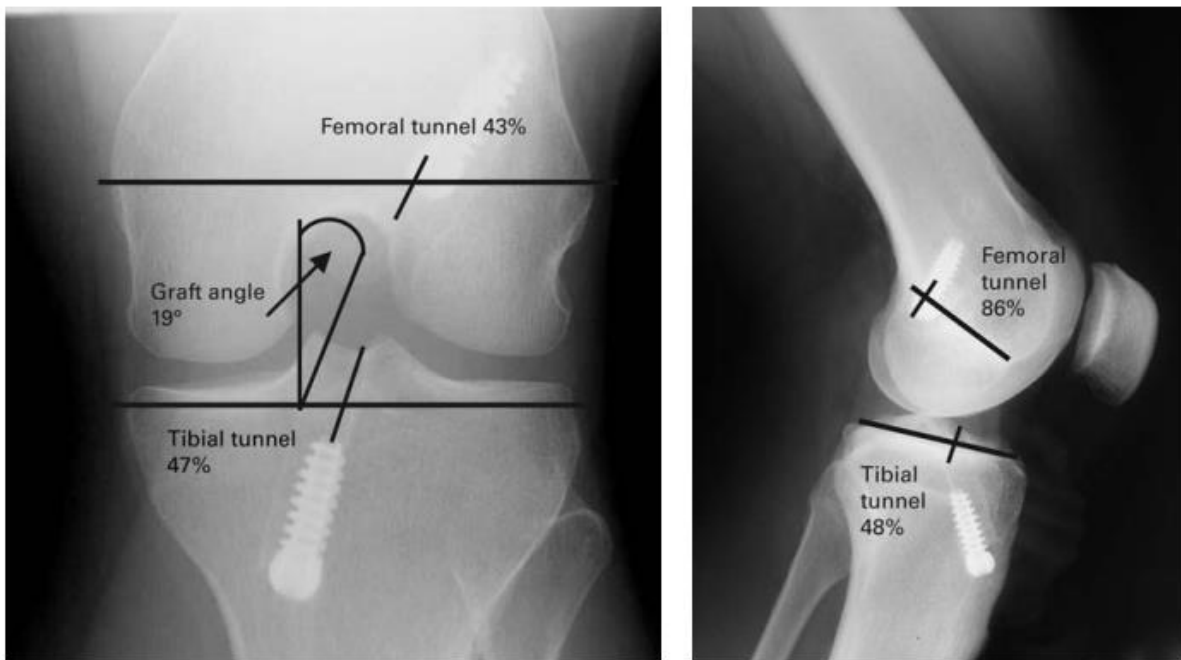


Figure 65. Positionnements optimaux des transplants, sur une radiographie du genou de face et de profil
Source : **Pinczewski et al.** Radiological landmarks for placement of the tunnels in single-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament. JBJS (2008)

Les valeurs optimales exactes proposées pour le bon positionnement des tunnels ne font pas l'unanimité. Les auteurs ne proposent pas d'intervalle, ce qui rend l'analyse globale des résultats difficile.

Nous retrouvons 14.5% de mal positionnements des tunnels, ce qui est satisfaisant si l'on compare aux 10 à 40% de la littérature [27]. Ce résultat est difficilement interprétable, car seul le positionnement du tunnel fémoral dans le plan sagittal a été analysé, et nous n'avons pas réalisé de scanner.

F. COMPLICATIONS

Notre série rapporte un taux de 40% de douleurs agenouillées. Ce taux est cohérent avec la littérature qui rapporte selon les études un taux allant de 12% [70] à 73% [96].

Nous avons constaté un taux de 54% d'hypoesthésie face latérale du genou, sans pour autant mettre en évidence une supériorité de la double incision sur la technique standard. A titre comparatif, la série Versaillaise retrouve 65% d'hypoesthésie (90% groupe mono-incision et 43% groupe double incision) [118].

Deux patients (2.7% de la série) ont présentés une rupture de leur transplant, et trois patients (4% de la série) ont présentés une rupture controlatérale du croisé. A 5 ans de recul Hejjine et al. retrouvent respectivement des taux de 10.2% et 5.9%.

Dunn et al. retrouvent 4.9% de réintervention chez les patients opérés d'une ligamentoplastie avec un recul moyen de 36 mois. Notre série rapporte un taux supérieur de réintervention (9.5%) car nous y avons inclus les ruptures de croisés controlatéraux opérées (2.7%).

VIII. CONCLUSION

La rupture du ligament croisé antérieur est devenue l'une des lésions les plus fréquentes parmi les sujets jeunes et sportifs. Lorsqu'elle est négligée, elle peut altérer le fonctionnement biomécanique du genou. Les patients sont alors dans l'incapacité de reprendre leurs activités physiques antérieures. L'évolution naturelle se fera vers l'apparition ou l'aggravation de lésions ménisco cartilagineuses.

L'objectif de la chirurgie de ligamentoplastie est à la fois de permettre aux patients de reprendre une activité physique, et de préserver le capital ménisco cartilagineux du genou.

Dans notre série, plus de 55% des patients présentaient déjà au moment de la chirurgie une lésion méniscale. La stabilisation du genou est une étape nécessaire à la bonne cicatrisation des lésions méniscales.

Il est possible d'évaluer de manière fiable, objective et reproductible la laxité du genou au moyen d'une laximétrie instrumentale telle que le GNRB. L'analyse de la laxité différentielle post opératoire nous a permis de vérifier la bonne correction de la translation antérieure de nos genoux opérés. Nous avons pu montrer que l'intérêt de la laximétrie instrumentale n'est pas uniquement diagnostique mais pronostique. Chaque millimètre de laxité différentielle à 134N multiplie le risque de non reprise du sport par 2 ([IC95% 1.22-3.23] ; $p < 0.01$). Une laxité résiduelle post opératoire supérieure à 4mm à 200N mesurée par GNRB peut être considérée comme un échec chirurgical avec une valeur prédictive positive de 86% et une spécificité de 98%.

Pourtant après 2 ans et demi de recul et une correction laximétrique globale satisfaisante, moins d'un patient sur deux a retrouvé son niveau sportif antérieur. La peur d'une rupture itérative empêche 20% de nos patients de reprendre leurs activités physiques au même niveau antérieur.

La ligamentoplastie au ligament patellaire offre au chirurgien un transplant de choix, aux excellentes propriétés mécaniques et avec une intégration os-os. Il permet un contrôle laximétrique souvent jugé supérieur aux autres techniques.

Annexe :

Protocole de rééducation :

Phase aigüe (0-3 semaines):

- Appui complet d'emblée
- Récupération des amplitudes articulaires: objectif flexion au-delà de 110° à la 4^{ème} semaine
- lutte contre le flexum sans chercher le recurvatum
- Restaurer le verrouillage actif du genou en extension
- sevrage de l'attelle dès que verrouillage actif obtenu
- Interdiction à la chaîne ouverte du quadriceps

Phase secondaire (3^{ème} semaine – 4^{ème} mois):

- restaurer amplitudes symétriques au côté sain
- renforcement des ischiojambiers
- travail de renforcement musculaire en co-contraction ischio-quadriceps
- Interdiction à la chaîne ouverte du quadriceps

Reprise du sport:

- reprise course à pied en ligne sur le plat: 4^{ème} mois
- reprises des appuis instables: 6^{ème} mois
- reprises des sports pivots/contacts: 7^{ème} mois

QUESTIONNAIRE DE GENOU KOOS

DATE: _____ DATE DE NAISSANCE: _____

NOM: _____

INSTRUCTIONS

Ce questionnaire vous demande votre opinion sur votre genou. Il nous permettra de mieux connaître ce que vous ressentez et ce que vous êtes capable de faire dans votre activité de tous les jours.

Répondez à chaque question. Veuillez cocher une seule case par question. En cas de doute, cochez la case qui vous semble la plus adaptée à votre cas.

Symptômes

Ces questions concernent vos symptômes au cours des huit derniers jours.

S1. Est-ce que votre genou gonfle?

Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Tout le temps
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S2. Ressentez-vous des ou entendez-vous des craquements ou n'importe quel autre type de bruit en bougeant le genou?

Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S3. Est-ce que votre genou accroche ou se bloque en bougeant?

Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S4. Pouvez-vous étendre votre genou complètement?

Toujours	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S5. Pouvez-vous plier votre genou complètement?

Toujours	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Raideur

Ces questions concernent la raideur de votre genou au cours des huit derniers jours. La raideur est la sensation d'avoir du mal à bouger le genou.

S6. Le matin au réveil, la raideur de votre genou est:

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S7. Après être resté(e) assis(e), couché(e), ou au repos pendant la journée, la raideur de votre genou est:

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Douleur

P1. Avez-vous souvent mal au genou?

Jamais	Une fois par mois	Une fois par semaine	Tous les jours	Tout le temps
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Au cours des huit derniers jours, quelle a été l'importance de votre douleur du genou en faisant les activités suivantes?

P2. En tournant, pivotant sur votre jambe

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P3. En étendant complètement le genou

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P4. En pliant complètement le genou

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P5. En marchant sur un terrain plat

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P6. En montant ou en descendant les escaliers

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P7. Au lit la nuit

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P8. En restant assis(e) ou couché(e)

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P9. En restant debout

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonction, vie quotidienne

Les questions suivantes concernent ce que vous êtes capable de faire. Au cours des huit derniers jours, quelle a été votre difficulté pour chacune des activités suivantes?

A1. Descendre les escaliers

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A2. Monter les escaliers

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A3. Vous relever d'une position assise

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A4. Rester debout

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A5. Vous pencher en avant pour ramasser un objet

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A6. Marcher sur un terrain plat

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A7. Monter ou descendre de voiture

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A8. Faire vos courses

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A9. Mettre vos chaussettes ou vos collants

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A10. Sortir du lit

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A11. Enlever vos chaussettes ou vos collants

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A12. Vous retourner ou garder le genou dans la même position en étant couché(e)

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A13. Entrer ou sortir d'une baignoire

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A14. Rester assis(e)

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A15. Vous asseoir ou vous relever des toilettes

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A16. Faire de gros travaux ménagers (déplacer des objets lourds, récurer les sols,...)

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A17. Faire des petits travaux ménagers (faire la cuisine, faire la poussière,...).

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Activités, sport et loisirs

Les questions suivantes concernent ce que vous êtes capable de faire au cours d'autres activités. Au cours des huit derniers jours, quelle a été votre difficulté pour les activités suivantes?

SP1. Rester accroupi(e)

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP2. Courir

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP3. Sauter

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP4. Tourner, pivoter sur votre jambe

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP5. Rester à genoux

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Qualité de vie

Q1. Pensez-vous souvent à votre problème de genou?

Jamais	Une fois par mois	Une fois par semaine	Tous les jours	Tout le temps
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q2. Avez-vous modifié votre façon de vivre pour éviter les activités qui pourraient aggraver votre problème de genou?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Totalement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q3. Est-ce qu'un manque de confiance dans votre genou vous gêne?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Totalement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q4. Finalement, êtes-vous gêné(e) par votre genou?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Extrêmement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*****Merci beaucoup d'avoir répondu à ce questionnaire*****

International Knee Documentation Committee (IKDC)

SYMPTOMES

Basez vos réponses sur le plus haut niveau d'activité que vous pensez être capable d'accomplir sans avoir de symptômes significatifs, même si vous ne faites pas actuellement ces activités.

1. Quel est le plus haut niveau d'activité que vous pouvez accomplir sans souffrir du genou ?

- Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football.
- Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis.
- Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging.
- Activités douces comme la marche, les travaux ménagers ou le jardinage.
- Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de la douleur.

2. Au cours des 4 dernières semaines, ou depuis votre accident/blessure, combien de fois avez-vous souffert du genou (de 0 à 10)

Jamais 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Constamment

3. Indiquez l'intensité de la douleur en cochant la case correspondante (de 0 à 10)

Aucune douleur 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 La pire douleur imaginable

4. Au cours des 4 dernières semaines, ou depuis l'accident/la blessure, votre genou était-il raide ou enflé ?

- Pas du tout
- Un peu
- Moyennement
- Beaucoup
- Enormément

5. Quel est le plus haut niveau d'activité que vous pouvez accomplir sans que votre genou n'enfle ?

- Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football
- Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis
- Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging
- Activités douces comme la marche, les travaux ménagers ou le jardinage
- Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou enflé

6. Au cours des 4 dernières semaines, ou depuis l'accident/la blessure, y a-t-il eu un blocage ou un accrochage de votre genou ?

- Oui
- Non

7. Quel est le plus haut niveau d'activité que vous pouvez accomplir sans que votre genou ne se dérobe ?

- Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football
- Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis
- Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging
- Activités douces comme la marche, les travaux ménagers ou le jardinage
- Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou qui se dérobe

ACTIVITES SPORTIVES

8. Quel est le plus haut niveau d'activité que vous pouvez pratiquer régulièrement ?

- Activités très intenses comportant sauts et rotations comme au basket ou au football
- Activités intenses comme un travail physique dur, le ski ou le tennis
- Activités modérées comme un travail physique moyen, la course à pied ou le jogging
- Activités douces comme la marche, le ménage ou le jardinage
- Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou.

9. Quelle incidence a votre genou sur votre capacité à... ?

	Pas difficile	Légèrement difficile	Très difficile	Impossible
Monter les escaliers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Descendre les escaliers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S'agenouiller (appui sur le devant du genou)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S'accroupir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S'asseoir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se lever d'une chaise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Courir en ligne droite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauter avec réception sur la jambe faible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S'arrêter et repartir brusquement (marche, ou course à pied si vous êtes un athlète)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FONCTION

10. Comment notez-vous la fonction de votre genou sur une échelle de 0 à 10 (10 correspondant au fonctionnement optimal et 0 étant l'incapacité à accomplir les activités de la vie quotidienne et sportives)

FONCTION AVANT L'ACCIDENT/LA BLESSURE DU GENOU

Performance nulle	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Performance quotidienne optimale
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

FONCTION ACTUELLE DU GENOU

Performance nulle	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Performance quotidienne optimale
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Don Johnson, *ACL Made Simple*. .
- [2] A. A. Amis, « The functions of the fibre bundles of the anterior cruciate ligament in anterior drawer, rotational laxity and the pivot shift », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 20, n° 4, p. 613-620, avr. 2012, doi: 10.1007/s00167-011-1864-7.
- [3] E. Monaco *et al.*, « In-out versus out-in technique for ACL reconstruction: a prospective clinical and radiological comparison », *J Orthop Traumatol*, vol. 18, n° 4, p. 335-341, déc. 2017, doi: 10.1007/s10195-017-0458-7.
- [4] A. Ajuied *et al.*, « Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis », *Am J Sports Med*, vol. 42, n° 9, p. 2242-2252, sept. 2014, doi: 10.1177/0363546513508376.
- [5] B. E. Øiestad, L. Engebretsen, K. Storheim, et M. A. Risberg, « Winner of the 2008 Systematic Review Competition: Knee Osteoarthritis after Anterior Cruciate Ligament Injury », *Am J Sports Med*, vol. 37, n° 7, p. 1434-1443, juill. 2009, doi: 10.1177/0363546509338827.
- [6] M. H. Hagmeijer *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*, vol. 47, n° 7, p. 1583-1590, 2019, doi: 10.1177/0363546519844481.
- [7] COMMISSION NATIONALE D'ÉVALUATION, DES DISPOSITIFS MÉDICAUX ET DES TECHNOLOGIES DE SANTÉ, et Haute Autorité de Santé, « LARS, Ligament artificiel pour le genou », p. 17, déc. 2018.
- [8] Colombet P., « Maîtrise Orthopédique » Articles » L'Histoire de la chirurgie du LCA ». .
- [9] JOHN A. FEAGIN, JR., M.D., COLONEL, AND WALTON W. CURL, et M.D., MAJOR, « Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year follow-up study ».
- [10] R. Mukhopadhyay, N. Shah, R. Vakta, et J. Bhatt, « ACL femoral avulsion repair using suture pull-out technique: A case series of thirteen patients », *Chin. J. Traumatol.*, vol. 21, n° 6, p. 352-355, déc. 2018, doi: 10.1016/j.cjtee.2018.07.001.
- [11] K. G. Jones, « RECONSTRUCTION OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT. A TECHNIQUE USING THE CENTRAL ONE-THIRD OF THE PATELLAR LIGAMENT », *J Bone Joint Surg Am*, vol. 45, p. 925-932, juill. 1963.

- [12] K. G. Jones, « Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the central one-third of the patellar ligament. A follow-up report », *J Bone Joint Surg Am*, vol. 52, n° 7, p. 1302-1308, oct. 1970.
- [13] J. L. Marshall, R. F. Warren, T. L. Wickiewicz, et B. Reider, « The anterior cruciate ligament: a technique of repair and reconstruction », *Clin. Orthop. Relat. Res.*, n° 143, p. 97-106, sept. 1979.
- [14] E. T. Hurley, M. Calvo-Gurry, D. Withers, S. K. Farrington, R. Moran, et C. J. Moran, « Quadriceps Tendon Autograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review », *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, vol. 34, n° 5, p. 1690-1698, mai 2018, doi: 10.1016/j.arthro.2018.01.046.
- [15] M. Widner, M. Dunleavy, et S. Lynch, « Outcomes Following ACL Reconstruction Based on Graft Type: Are all Grafts Equivalent? », *Curr Rev Musculoskelet Med*, vol. 12, n° 4, p. 460-465, déc. 2019, doi: 10.1007/s12178-019-09588-w.
- [16] R. H. Shani, E. Umpierrez, M. Nasert, E. A. Hiza, et J. Xerogeanes, « Biomechanical Comparison of Quadriceps and Patellar Tendon Grafts in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction », *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, vol. 32, n° 1, p. 71-75, janv. 2016, doi: 10.1016/j.arthro.2015.06.051.
- [17] H. U. Stäubli, L. Schatzmann, P. Brunner, L. Rincón, et L.-P. Nolte, « Mechanical Tensile Properties of the Quadriceps Tendon and Patellar Ligament in Young Adults », *Am J Sports Med*, vol. 27, n° 1, p. 27-34, janv. 1999, doi: 10.1177/03635465990270011301.
- [18] K. K. Middleton, T. Hamilton, J. J. Irrgang, J. Karlsson, C. D. Harner, et F. H. Fu, « Anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a global perspective. Part 1 », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 22, n° 7, p. 1467-1482, juill. 2014, doi: 10.1007/s00167-014-2846-3.
- [19] Chambat P, Vargas R, Fayard JM, Lemaire B, Sonnery-Cottet B, *Résultat des reconstructions du ligament croisé antérieur sous contrôle arthroscopique avec un recul supérieur à 15 ans. In: Chambat P, Neyret P (éd) Le genou et le sport du ligament à la prothèse. Sauramps Médical; pp 147-152. .*
- [20] H. Björnsson *et al.*, « Is double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction superior to single-bundle? A comprehensive systematic review », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 23, n° 3, p. 696-739, mars 2015, doi: 10.1007/s00167-013-2666-x.

- [21] K. Yasuda, Y. Tanabe, E. Kondo, N. Kitamura, et H. Tohyama, « Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction », *Arthroscopy*, vol. 26, n° 9 Suppl, p. S21-34, sept. 2010, doi: 10.1016/j.arthro.2010.03.014.
- [22] R. Mundi et M. Bhandari, « Cochrane in CORR (®): Double-bundle Versus Single-bundle Reconstruction for Anterior Cruciate Ligament Rupture in Adults (Review) », *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 474, n° 5, p. 1099-1101, mai 2016, doi: 10.1007/s11999-015-4688-9.
- [23] B. Sonnery-Cottet *et al.*, « Anterolateral Ligament Expert Group consensus paper on the management of internal rotation and instability of the anterior cruciate ligament - deficient knee », *J Orthop Traumatol*, vol. 18, n° 2, p. 91-106, juin 2017, doi: 10.1007/s10195-017-0449-8.
- [24] B. Sonnery-Cottet, N. C. Barbosa, T. D. Vieira, et A. Saithna, « Clinical outcomes of extra-articular tenodesis/anterolateral reconstruction in the ACL injured knee », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 26, n° 2, p. 596-604, févr. 2018, doi: 10.1007/s00167-017-4596-5.
- [25] C. Trojani *et al.*, « Causes for failure of ACL reconstruction and influence of meniscectomies after revision », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 19, n° 2, p. 196-201, févr. 2011, doi: 10.1007/s00167-010-1201-6.
- [26] F. Giron, R. Buzzi, et P. Aglietti, « Femoral Tunnel Position in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Three Techniques. A Cadaver Study », *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, vol. 15, n° 7, p. 750-756, oct. 1999, doi: 10.1016/S0749-8063(99)70007-1.
- [27] V. Musahl, A. Burkart, R. E. Debski, A. Van Scyoc, F. H. Fu, et S. L.-Y. Woo, « Anterior cruciate ligament tunnel placement: Comparison of insertion site anatomy with the guidelines of a computer-assisted surgical system », *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, vol. 19, n° 2, p. 154-160, févr. 2003, doi: 10.1053/jars.2003.50001.
- [28] J. S. Logan, R. R. Elliot, et A. J. Wilson, « TransLateral ACL reconstruction: a technique for anatomic anterior cruciate ligament reconstruction », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 20, n° 7, p. 1289-1292, juill. 2012, doi: 10.1007/s00167-011-1745-0.
- [29] E. Lopez-Vidriero et D. Hugh Johnson, « Evolving Concepts in Tunnel Placement »:, *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, vol. 17, n° 4, p. 210-216, déc. 2009, doi: 10.1097/JSA.0b013e3181bf6668.

- [30] B. N. Robin, S. S. Jani, S. C. Marvil, J. B. Reid, C. K. Schillhammer, et J. H. Lubowitz, « Advantages and Disadvantages of Transtibial, Anteromedial Portal, and Outside-In Femoral Tunnel Drilling in Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review », *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, vol. 31, n° 7, p. 1412-1417, juill. 2015, doi: 10.1016/j.arthro.2015.01.018.
- [31] P. MacDonald, C. Kim, S. McRae, J. Leiter, R. Khan, et D. Whelan, « No clinical differences between anteromedial portal and transtibial technique for femoral tunnel positioning in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized, controlled trial », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 26, n° 5, p. 1335-1342, mai 2018, doi: 10.1007/s00167-017-4664-x.
- [32] N. Bouguennec, G. A. Odri, N. Gravelleau, et P. Colombet, « Comparative reproducibility of TELOS™ and GNRB® for instrumental measurement of anterior tibial translation in normal knees », *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, vol. 101, n° 3, p. 301-305, mai 2015, doi: 10.1016/j.otsr.2015.01.007.
- [33] N. Hyder, S. R. Bollen, G. Sefton, et A. C. Swann, « Correlation between Arthrometric evaluation of knees using KT 1000 and Telos stress radiography and functional outcome following ACL reconstruction », *The Knee*, vol. 4, n° 3, p. 121-124, sept. 1997, doi: 10.1016/S0968-0160(97)00247-0.
- [34] A. D. Goodwillie, S. S. Shah, M. P. McHugh, et S. J. Nicholas, « The Effect of Postoperative KT-1000 Arthrometer Score on Long-Term Outcome After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction », *Am J Sports Med*, vol. 45, n° 7, p. 1522-1528, juin 2017, doi: 10.1177/0363546517690525.
- [35] M. Collette, J. Courville, M. Forton, et B. Gagnière, « Objective evaluation of anterior knee laxity; comparison of the KT-1000 and GNRB® arthrometers », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 20, n° 11, p. 2233-2238, nov. 2012, doi: 10.1007/s00167-011-1869-2.
- [36] Y. Alqahtani, J. Murgier, P. Beaufils, P. Boisrenoult, C. Steltzlen, et N. Pujol, « Anterior tibial laxity using the GNRB® device in healthy knees », *Knee*, vol. 25, n° 1, p. 34-39, janv. 2018, doi: 10.1016/j.knee.2017.03.004.
- [37] J.-Y. Jenny, B. Puliero, G. Schockmel, S. Harnoist, et P. Clavert, « Experimental validation of the GNRB® for measuring anterior tibial translation », *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, vol. 103, n° 3, p. 363-366, mai 2017, doi: 10.1016/j.otsr.2016.12.011.

- [38] S. Klouche, N. Lefevre, S. Herman, A. Gerometta, S. Cascua, et Y. Bohu, « Performance diagnostique du GNRB selon la force exercée dans les ruptures totales du LCA », *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, vol. 100, n° 7, Supplement, p. S291, nov. 2014, doi: 10.1016/j.rcot.2014.09.194.
- [39] H. Robert, S. Nouveau, S. Gageot, et B. Gagnière, « A new knee arthrometer, the GNRB®: Experience in ACL complete and partial tears », *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, vol. 95, n° 3, p. 171-176, mai 2009, doi: 10.1016/j.otsr.2009.03.009.
- [40] R. Cristiani, V. Sarakatsianos, B. Engström, K. Samuelsson, M. Forssblad, et A. Stålmán, « Increased knee laxity with hamstring tendon autograft compared to patellar tendon autograft: a cohort study of 5462 patients with primary anterior cruciate ligament reconstruction », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 27, n° 2, p. 381-388, févr. 2019, doi: 10.1007/s00167-018-5029-9.
- [41] R. Gupta *et al.*, « Low re-rupture rate with BPTB autograft and semitendinosus gracilis autograft with preserved insertions in ACL reconstruction surgery in sports persons », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 26, n° 8, p. 2381-2388, août 2018, doi: 10.1007/s00167-017-4790-5.
- [42] X. Xie, X. Liu, Z. Chen, Y. Yu, S. Peng, et Q. Li, « A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction », *Knee*, vol. 22, n° 2, p. 100-110, mars 2015, doi: 10.1016/j.knee.2014.11.014.
- [43] B. T. Samuelsen, K. E. Webster, N. R. Johnson, T. E. Hewett, et A. J. Krych, « Hamstring Autograft versus Patellar Tendon Autograft for ACL Reconstruction: Is There a Difference in Graft Failure Rate? A Meta-analysis of 47,613 Patients », *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 475, n° 10, p. 2459-2468, oct. 2017, doi: 10.1007/s11999-017-5278-9.
- [44] K. B. Freedman, M. J. D'Amato, D. D. Nedeff, A. Kaz, et B. R. Bach, « Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts », *Am J Sports Med*, vol. 31, n° 1, p. 2-11, févr. 2003, doi: 10.1177/03635465030310011501.
- [45] H. B. Schuette, M. J. Kraeutler, D. A. Houck, et E. C. McCarty, « Bone–Patellar Tendon–Bone Versus Hamstring Tendon Autografts for Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Overlapping Meta-analyses », *Orthop J Sports Med*, vol. 5, n° 11, nov. 2017, doi: 10.1177/2325967117736484.

- [46] S. Zaffagnini, M. Marcacci, M. Lo Presti, G. Giordano, F. Iacono, et M. P. Neri, « Prospective and randomized evaluation of ACL reconstruction with three techniques: a clinical and radiographic evaluation at 5 years follow-up », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 14, n° 11, p. 1060-1069, nov. 2006, doi: 10.1007/s00167-006-0130-x.
- [47] L. Herrington, C. Wrapson, M. Matthews, et H. Matthews, « Anterior Cruciate Ligament reconstruction, hamstring versus bone–patella tendon–bone grafts: a systematic literature review of outcome from surgery », *The Knee*, vol. 12, n° 1, p. 41-50, janv. 2005, doi: 10.1016/j.knee.2004.02.003.
- [48] K. L. Poehling-Monaghan *et al.*, « Long-Term Outcomes in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Patellar Tendon Versus Hamstring Autografts », *Orthop J Sports Med*, vol. 5, n° 6, juin 2017, doi: 10.1177/2325967117709735.
- [49] T. Gifstad, A. Sole, T. Strand, G. Uppheim, T. Grøntvedt, et J. O. Drogset, « Long-term follow-up of patellar tendon grafts or hamstring tendon grafts in endoscopic ACL reconstructions », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 21, n° 3, p. 576-583, mars 2013, doi: 10.1007/s00167-012-1947-0.
- [50] J. B. Marchand, N. Ruiz, A. Coupry, M. Bowen, et H. Robert, « Do graft diameter or patient age influence the results of ACL reconstruction? », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 24, n° 9, p. 2998-3004, sept. 2016, doi: 10.1007/s00167-015-3608-6.
- [51] Shelbourne KD1, Klootwyk TE, Wilckens JH, De Carlo MS., « Ligament stability two to six years after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft and participation in acce... - PubMed - NCBI ». .
- [52] Daniel D, *Principles of knee ligament surgery. In: Knee Ligaments: Structure, Function, Injury, and Repair, Akeson WHA, Daniel DM, and O'Connor JJ (eds.). New York: Raven Press; 1990. .*
- [53] K. H. Yoon, J. H. Kim, Y. B. Kwon, E. J. Kim, et S.-G. Kim, « Re-revision anterior cruciate ligament reconstruction showed more laxity than revision anterior cruciate ligament reconstruction at a minimum 2-year follow-up », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, août 2019, doi: 10.1007/s00167-019-05653-6.
- [54] D. K. Kim, G. Park, K. B. H. M. S. Kadir, L.-T. Kuo, et W. H. Park, « Comparison of Knee Stability, Strength Deficits, and Functional Score in Primary and Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Knees », *Sci Rep*, vol. 8, n° 1, p. 9186, 15 2018, doi: 10.1038/s41598-018-27595-8.

- [55] T. F. Tyler, M. P. McHugh, G. W. Gleim, et S. J. Nicholas, « Association of KT-1000 measurements with clinical tests of knee stability 1 year following anterior cruciate ligament reconstruction », *J Orthop Sports Phys Ther*, vol. 29, n° 9, p. 540-545, sept. 1999, doi: 10.2519/jospt.1999.29.9.540.
- [56] R. Magnussen *et al.*, « Anterior and Rotational Knee Laxity Does Not Affect Patient-Reported Knee Function 2 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction », *Am J Sports Med*, vol. 47, n° 9, p. 2077-2085, juill. 2019, doi: 10.1177/0363546519857076.
- [57] S.-S. Seo *et al.*, « Effect of Femoral Tunnel Position on Stability and Clinical Outcomes After Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using the Outside-In Technique », *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, vol. 35, n° 6, p. 1648-1655, juin 2019, doi: 10.1016/j.arthro.2018.11.055.
- [58] T. Poudroux, B. Muller, et H. Robert, « Joint laxity and graft compliance increase during the first year following ACL reconstruction with short hamstring tendon grafts », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, sept. 2019, doi: 10.1007/s00167-019-05711-z.
- [59] H. Jonsson, K. Riklund-Åhlström, et J. Lind, « Positive pivot shift after ACL reconstruction predicts later osteoarthritis63 patients followed 5–9 years after surgery », *Acta Orthopaedica Scandinavica*, vol. 75, n° 5, p. 594-599, janv. 2004, doi: 10.1080/00016470410001484.
- [60] A. Andersson, « Knee Laxity and Function After Conservative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries », *Int J Sports Med*, vol. 14, n° 03, p. 150-153, avr. 1993, doi: 10.1055/s-2007-1021159.
- [61] S. Klouche, N. Lefevre, S. Cascua, S. Herman, A. Gerometta, et Y. Bohu, « Performance diagnostique du GNRB® selon la force exercée dans les ruptures complètes du ligament croisé antérieur : étude prospective cas-témoins de 118 inclus », *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, vol. 101, n° 3, p. 201-204, mai 2015, doi: 10.1016/j.rcot.2015.02.003.
- [62] R. Jurkonis, R. Gudas, et A. Smailys, « Influence of Graft Diameter on Functional Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Study with a 1-Year Follow-Up », *Med Sci Monit*, vol. 24, p. 4339-4345, juin 2018, doi: 10.12659/MSM.908212.
- [63] P. Aglietti, R. Buzzi, P. P. M. Menchetti, et F. Giron, « Arthroscopically Assisted Semitendinosus and Gracilis Tendon Graft in Reconstruction for Acute Anterior Cruciate

- Ligament Injuries in Athletes », *Am J Sports Med*, vol. 24, n° 6, p. 726-731, nov. 1996, doi: 10.1177/036354659602400605.
- [64] K. L. Markolf, A. Kochan, et H. C. Amstutz, « Measurement of knee stiffness and laxity in patients with documented absence of the anterior cruciate ligament », *J Bone Joint Surg Am*, vol. 66, n° 2, p. 242-252, févr. 1984.
- [65] D. M. Daniel, L. L. Malcom, G. Losse, M. L. Stone, R. Sachs, et R. Burks, « Instrumented measurement of anterior laxity of the knee », *J Bone Joint Surg Am*, vol. 67, n° 5, p. 720-726, juin 1985.
- [66] G. D. Myer, K. R. Ford, M. V. Paterno, T. G. Nick, et T. E. Hewett, « The Effects of Generalized Joint Laxity on Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury in Young Female Athletes », *Am J Sports Med*, vol. 36, n° 6, p. 1073-1080, juin 2008, doi: 10.1177/0363546507313572.
- [67] R. Ramesh, O. Von Arx, T. Azzopardi, et P. J. Schranz, « The risk of anterior cruciate ligament rupture with generalised joint laxity », *J Bone Joint Surg Br*, vol. 87, n° 6, p. 800-803, juin 2005, doi: 10.1302/0301-620X.87B6.15833.
- [68] M. Acasuso Díaz, E. Collantes Estévez, et P. Sánchez Guijo, « Joint hyperlaxity and musculoligamentous lesions: study of a population of homogeneous age, sex and physical exertion », *Br. J. Rheumatol.*, vol. 32, n° 2, p. 120-122, févr. 1993, doi: 10.1093/rheumatology/32.2.120.
- [69] M. A. Akhtar, R. Bhattacharya, et J. F. Keating, « Generalised ligamentous laxity and revision ACL surgery: Is there a relation? », *The Knee*, vol. 23, n° 6, p. 1148-1153, déc. 2016, doi: 10.1016/j.knee.2015.11.006.
- [70] H. S. Salem, V. Varzhapetyan, N. Patel, C. C. Dodson, F. P. Tjoumakaris, et K. B. Freedman, « Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young Female Athletes: Patellar Versus Hamstring Tendon Autografts », *Am J Sports Med*, vol. 47, n° 9, p. 2086-2092, juill. 2019, doi: 10.1177/0363546519854762.
- [71] T. Leys, L. Salmon, A. Waller, J. Linklater, et L. Pinczewski, « Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts », *Am J Sports Med*, vol. 40, n° 3, p. 595-605, mars 2012, doi: 10.1177/0363546511430375.
- [72] R. A. Magnussen, J. T. R. Lawrence, R. L. West, A. P. Toth, D. C. Taylor, et W. E. Garrett, « Graft size and patient age are predictors of early revision after anterior cruciate ligament

- reconstruction with hamstring autograft », *Arthroscopy*, vol. 28, n° 4, p. 526-531, avr. 2012, doi: 10.1016/j.arthro.2011.11.024.
- [73] G. B. Maletis, M. C. S. Inacio, J. L. Desmond, et T. T. Funahashi, « Reconstruction of the anterior cruciate ligament: association of graft choice with increased risk of early revision », *Bone Joint J*, vol. 95-B, n° 5, p. 623-628, mai 2013, doi: 10.1302/0301-620X.95B5.30872.
- [74] S. Sauer, R. English, et M. Clatworthy, « The influence of tibial slope on anterior cruciate ligament graft failure risk is dependent on graft positioning », *J Orthop Surg (Hong Kong)*, vol. 27, n° 1, p. 2309499019834674, avr. 2019, doi: 10.1177/2309499019834674.
- [75] A. Grassi *et al.*, « Steep Posterior Tibial Slope, Anterior Tibial Subluxation, Deep Posterior Lateral Femoral Condyle, and Meniscal Deficiency Are Common Findings in Multiple Anterior Cruciate Ligament Failures: An MRI Case-Control Study », *Am J Sports Med*, vol. 47, n° 2, p. 285-295, févr. 2019, doi: 10.1177/0363546518823544.
- [76] R. Nagaraj et M. N. Kumar, « Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in the Nonathlete Population », *Indian J Orthop*, vol. 53, n° 1, p. 154-159, 2019, doi: 10.4103/ortho.IJOrtho_673_17.
- [77] T. Gifstad *et al.*, « Lower risk of revision with patellar tendon autografts compared with hamstring autografts: a registry study based on 45,998 primary ACL reconstructions in Scandinavia », *Am J Sports Med*, vol. 42, n° 10, p. 2319-2328, oct. 2014, doi: 10.1177/0363546514548164.
- [78] E. M. Roos, H. P. Roos, L. S. Lohmander, C. Ekdahl, et B. D. Beynnon, « Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)—Development of a Self-Administered Outcome Measure », *J Orthop Sports Phys Ther*, vol. 28, n° 2, p. 88-96, août 1998, doi: 10.2519/jospt.1998.28.2.88.
- [79] E. Hefti, W. Müller, R. P. Jakob, et H.-U. Stäubli, « Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form », *Knee Surg, Sports traumatol, Arthroscopy*, vol. 1, n° 3-4, p. 226-234, sept. 1993, doi: 10.1007/BF01560215.
- [80] H.DEJOUR et P.CHAMBAT, « 5èmes journée lyonnaises de chirurgie du genou 1984 ». .
- [81] M. Bernard, P. Hertel, H. Hornung, et T. Cierpinski, « Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method », *Am J Knee Surg*, vol. 10, n° 1, p. 14-21; discussion 21-22, 1997.

- [82] H. Behrend, G. Stutz, M. A. Kessler, A. Rukavina, K. Giesinger, et M. S. Kuster, « Tunnel placement in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: quality control in a teaching hospital », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 14, n° 11, p. 1159-1165, nov. 2006, doi: 10.1007/s00167-006-0186-7.
- [83] C. Topliss et J. Webb, « An audit of tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction », *The Knee*, vol. 8, n° 1, p. 59-63, mars 2001, doi: 10.1016/S0968-0160(01)00067-9.
- [84] S. Dojcinovic, E. Servien, T. Aït Si Selmi, C. Bussière, et P. Neyret, *Instabilités du genou, article EMC* .
- [85] FRANK R. NOYES, M.D.t, DAVID S. MATTHEWS, M.D.4, PEKKA A. MOOAR, M.D.@, AND EDWARD S. GROOD, PH.D., « The Symptomatic Anterior Cruciate Deficient Knee Part II: The results of rehabilitation, activity modification, and counseling on functional disability », *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 1983.
- [86] E. S. Secrist, R. W. Frederick, F. P. Tjountakaris, S. A. Stache, S. Hammoud, et K. B. Freedman, « A Comparison of Operative and Nonoperative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries »:, *JBJS Reviews*, vol. 4, n° 11, p. 1, nov. 2016, doi: 10.2106/JBJS.RVW.15.00115.
- [87] W. R. Dunn, S. Lyman, A. E. Lincoln, P. J. Amoroso, T. Wickiewicz, et R. G. Marx, « The Effect of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction on the Risk of Knee Reinjury », *Am J Sports Med*, vol. 32, n° 8, p. 1906-1914, déc. 2004, doi: 10.1177/0363546504265006.
- [88] R. Nordenvall, S. Bahmanyar, J. Adami, V. M. Mattila, et L. Felländer-Tsai, « Cruciate ligament reconstruction and risk of knee osteoarthritis: the association between cruciate ligament injury and post-traumatic osteoarthritis. a population based nationwide study in Sweden, 1987-2009 », *PLoS ONE*, vol. 9, n° 8, p. e104681, 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0104681.
- [89] J.-M. Fayard *et al.*, « Incidence and Risk Factors for a Partial Anterior Cruciate Ligament Tear Progressing to a Complete Tear After Nonoperative Treatment in Patients Younger Than 30 Years », *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, vol. 7, n° 7, p. 232596711985662, juill. 2019, doi: 10.1177/2325967119856624.
- [90] Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF, Hefzy MS., « Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. - PubMed - NCBI ». <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6699049> (consulté le mars 03, 2020).

- [91] B. Wipfler, S. Donner, C. M. Zechmann, J. Springer, R. Siebold, et H. H. Paessler, « Anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon versus hamstring tendon: a prospective comparative study with 9-year follow-up », *Arthroscopy*, vol. 27, n° 5, p. 653-665, mai 2011, doi: 10.1016/j.arthro.2011.01.015.
- [92] R. Rousseau, C. Labruyere, C. Kajetanek, O. Deschamps, K. G. Makridis, et P. Djian, « Complications After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Their Relation to the Type of Graft: A Prospective Study of 958 Cases », *Am J Sports Med*, vol. 47, n° 11, p. 2543-2549, sept. 2019, doi: 10.1177/0363546519867913.
- [93] S.-J. Kim, T.-E. Kim, D.-H. Lee, et K.-S. Oh, « Anterior cruciate ligament reconstruction in patients who have excessive joint laxity », *J Bone Joint Surg Am*, vol. 90, n° 4, p. 735-741, avr. 2008, doi: 10.2106/JBJS.F.01173.
- [94] M. A. Faisal *et al.*, « Comparative Study of Patellar Tendon Graft versus Hamstrings Graft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction », *Mymensingh Med J*, vol. 27, n° 1, p. 108-115, janv. 2018.
- [95] Nicholas Mohtadi 1, Denise Chan, Rhamona Barber, Elizabeth Oddone Paolucci, « A Randomized Clinical Trial Comparing Patellar Tendon, Hamstring Tendon, and Double-Bundle ACL Reconstructions: Patient-Reported and Clinical Outcomes at a Minimal 2-Year Follow-up - PubMed ». .
- [96] J. Leitgeb *et al.*, « Primary anterior cruciate ligament reconstruction in athletes: a 5-year follow up comparing patellar tendon versus hamstring tendon autograft », *Wien. Klin. Wochenschr.*, vol. 126, n° 13-14, p. 397-402, juill. 2014, doi: 10.1007/s00508-014-0550-4.
- [97] S. A.-R. Ibrahim, I. M. Al-Kussary, A. R. K. Al-Misfer, H. Q. Al-Mutairi, S. A. Ghafar, et T. A. El Noor, « Clinical evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus gracilis and semitendinosus autograft », *Arthroscopy*, vol. 21, n° 4, p. 412-417, avr. 2005, doi: 10.1016/j.arthro.2004.12.002.
- [98] Y. Nakayama, Y. Shirai, T. Narita, A. Mori, et K. Kobayashi, « Knee Functions and a Return to Sports Activity in Competitive Athletes Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction », *J Nippon Med Sch*, vol. 67, n° 3, p. 172-176, 2000, doi: 10.1272/jnms.67.172.
- [99] D. Y. H. Lee, S. A. Karim, et H. C. Chang, « Return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction - a review of patients with minimum 5-year follow-up », *Ann. Acad. Med. Singap.*, vol. 37, n° 4, p. 273-278, avr. 2008.

- [100] J. Bourlez, F. Canovas, C. Duflos, et L. Dagneaux, « Peut-on correctement évaluer l'influence de l'atteinte fémoropatellaire dans la gonarthrose par les scores modernes ? Évaluation des effets plancher et plafond », *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, vol. 105, n° 4, p. 415-419, juin 2019, doi: 10.1016/j.rcot.2019.03.007.
- [101] Y. Tegner et J. Lysholm, « Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries », *Clin. Orthop. Relat. Res.*, n° 198, p. 43-49, sept. 1985.
- [102] B. Semay, A. Rambaud, R. Philippot, et P. Edouard, « Evolution of the anteroposterior laxity by GnRB at 6, 9 and 12 months post-surgical anterior cruciate ligament reconstruction », *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, vol. 59, p. e19, sept. 2016, doi: 10.1016/j.rehab.2016.07.045.
- [103] R. Magnussen, E. K. Reinke, L. J. Huston, T. E. Hewett, et K. P. Spindler, « The Effect of High-Grade Pre-operative Knee Laxity on 6-Year ACL Reconstruction Outcomes », *Am J Sports Med*, vol. 46, n° 12, p. 2865-2872, oct. 2018, doi: 10.1177/0363546518793881.
- [104] R. Cristiani, M. Forsblad, B. Engström, G. Edman, et A. Stålmán, « Risk Factors for Abnormal Anteroposterior Knee Laxity After Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction », *Arthroscopy*, vol. 34, n° 8, p. 2478-2484, 2018, doi: 10.1016/j.arthro.2018.03.038.
- [105] A. Klasan, S. E. Putnis, V. Kandhari, T. Oshima, et D. A. Parker, « Anterior knee translation measurements after ACL reconstruction are influenced by the type of laximeter used », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, avr. 2020, doi: 10.1007/s00167-020-05950-5.
- [106] J. Murgier, J. S. Béranger, P. Boisrenoult, C. Steltzlen, et N. Pujol, « Prospective comparative study of knee laxity with four different methods in anterior cruciate ligament tears », *Int Orthop*, vol. 42, n° 8, p. 1845-1851, 2018, doi: 10.1007/s00264-018-3791-4.
- [107] D. Mouarbes, E. Cavaignac, P. Chiron, E. Bérard, et J. Murgier, « Evaluation of reproducibility of robotic knee testing device (GNRB) on 60 healthy knees », *Journal of Orthopaedics*, vol. 15, n° 1, p. 94-98, mars 2018, doi: 10.1016/j.jor.2018.01.031.
- [108] L. A. Pinczewski, L. J. Salmon, W. F. M. Jackson, R. B. P. von Bormann, P. G. Haslam, et S. Tashiro, « Radiological landmarks for placement of the tunnels in single-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament », *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, vol. 90-B, n° 2, p. 172-179, févr. 2008, doi: 10.1302/0301-620X.90B2.20104.

- [109] E. Tsuda, Y. Ishibashi, A. Fukuda, Y. Yamamoto, H. Tsukada, et S. Ono, « Tunnel position and relationship to postoperative knee laxity after double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with a transtibial technique », *Am J Sports Med*, vol. 38, n° 4, p. 698-706, avr. 2010, doi: 10.1177/0363546509351561.
- [110] S. M. Kazemi *et al.*, « Comparison of Clinical Outcomes between Different Femoral Tunnel Positions after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery », *Arch Bone Jt Surg*, vol. 5, n° 6, p. 419-425, nov. 2017.
- [111] L. R. Peres, M. S. Teixeira, C. Scalizi Júnior, et W. Akl Filho, « Radiological evaluation of the femoral tunnel positioning in anterior cruciate ligament reconstruction », *Rev Bras Ortop*, vol. 53, n° 4, p. 397-403, juin 2018, doi: 10.1016/j.rboe.2018.05.001.
- [112] C. Hoser, K. Tecklenburg, K. H. Kuenzel, et C. Fink, « Postoperative evaluation of femoral tunnel position in ACL reconstruction: plain radiography versus computed tomography », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 13, n° 4, p. 256-262, mai 2005, doi: 10.1007/s00167-004-0548-y.
- [113] T. Vermersch, S. Lustig, O. Reynaud, C. Debette, E. Servien, et P. Neyret, « CT assessment of femoral tunnel placement after partial ACL reconstruction », *Orthop Traumatol Surg Res*, vol. 102, n° 2, p. 197-202, avr. 2016, doi: 10.1016/j.otsr.2015.12.012.
- [114] R. Lamoria, A. Sharma, D. Goyal, et R. Upadhyay, « Influence of three different fixation methods on femoral tunnel widening in ACL reconstructed patients evaluated using computed tomography (CT) scan », *Eur J Orthop Surg Traumatol*, oct. 2019, doi: 10.1007/s00590-019-02585-2.
- [115] V. Jaecker *et al.*, « High non-anatomic tunnel position rates in ACL reconstruction failure using both transtibial and anteromedial tunnel drilling techniques », *Arch Orthop Trauma Surg*, vol. 137, n° 9, p. 1293-1299, sept. 2017, doi: 10.1007/s00402-017-2738-3.
- [116] P. Aglietti, G. Zaccherotti, P. P. M. Menchetti, et P. De Biase, « A comparison of clinical and radiological parameters with two arthroscopic techniques for anterior cruciate ligament reconstruction », *Knee Surg, Sports traumatol, Arthroscopy*, vol. 3, n° 1, p. 2-8, mars 1995, doi: 10.1007/BF01553517.
- [117] A. Debnath, R. Raman, P. K. Banka, S. Kumar, et H. Debnath, « Radiological evaluation of tunnel position in single bundle anterior cruciate ligament reconstruction in the Indian population and their clinical correlation », *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, vol. 10, n° 3, p. 586-592, mai 2019, doi: 10.1016/j.jcot.2018.10.003.

[118] F. Gaudot, J.-B. Leymarie, O. Drain, P. Boisrenoult, O. Charrois, et P. Beaufils, « Double-incision mini-invasive technique for BTB Harvesting: Its superiority in reducing anterior knee pain following ACL reconstruction », *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, vol. 95, n° 1, p. 28-35, févr. 2009, doi: 10.1016/j.otsr.2008.09.006.

Laxité antérieure résiduelle après ligamentoplastie du croisé antérieur : laximétrie instrumentale et répercussions fonctionnelles.

Residual antero-posterior laxity after anterior cruciate ligament reconstruction: instrumental laximetry and functional outcomes.

Emilien Michel^a, François Canovas^a, Karim Bouchdoug^b, Louis Dagneaux^a, Florent Gaillard^a

^a Département de chirurgie orthopédique et traumatologie unité de chirurgie du membre inférieur, Hôpital Lapeyronie, CHU de Montpellier, 371, avenue Gaston-Giraud, 34295 Montpellier cedex 5, France

^b DIM, unité de recherche clinique et épidémiologique, hôpital Lapeyronie, CHRU de Montpellier, 371, avenue Gaston-Giraud, 34295 Montpellier cedex 5, France

RÉSUMÉ

Introduction: Il peut persister une laxité résiduelle après une ligamentoplastie du LCA. Celle-ci est mesurable par laximétrie instrumentale. Dans la littérature, son impact fonctionnel est débattu.

Hypothèse : La laxité résiduelle mesurée par Genourob (GNRB[®]) impacte négativement les résultats fonctionnels après une ligamentoplastie LCA.

Matériel et méthode: Nous avons réalisé une étude rétrospective incluant 61 patients dont 46 hommes (75%), sportifs amateurs, âgés de 27 ± 7 ans et ayant bénéficié entre 2016 et 2019 d'une ligamentoplastie du LCA selon la technique de Kenneth Jones. Le recul moyen était de 29 ± 10 mois. Tous les patients ont bénéficié d'une laximétrie GNRB[®] pré et post-opératoire à 134, 200 et 250 Newtons. Les résultats fonctionnels incluaient la reprise des activités sportives et les scores KOOS, IKDC et ARPEGE.

Résultats : 50% des patients ont retrouvés leur niveau sportif antérieur, 25% ont repris une activité sportive à un niveau inférieur, et 25% ont cessés toute activité physique. A 134N, une augmentation de 1mm de la laxité différentielle était associée à un risque d'échec de retour au sport multiplié par 2 (OR 2 ; IC95% 1.22 – 3.23; p < 0.01). A 200N, une augmentation de 1mm de la laxité différentielle était associée à une probabilité 50% plus élevée d'obtenir un score Arpège mauvais/moyen (OR 1.5 ; IC95% 1.05-2.02; p=0.02). A 200N, un seuil pronostic de laxité différentielle de 4mm est prédictif d'un échec de reprise du sport avec une valeur prédictive positive de 86% et une spécificité de 98%.

Conclusions: Nous retrouvons dans notre série une relation directe entre la laximétrie résiduelle et les résultats fonctionnels post ligamentoplastie du LCA. Un seuil de 4mm à 200N de testing évalué par GNRB[®] est prédictif d'échec chirurgical dans notre population de sportifs amateurs.

Mots clés : Ligament croisé antérieur, Laxité du genou, Laximétrie, GNRB[®]

INTRODUCTION

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est l'une des lésions les plus fréquentes chez le sujet jeune et sportif. En France, l'incidence annuelle est de l'ordre de 35 000 [1] et le traitement de choix est la ligamentoplastie du LCA sous arthroscopie, avec une autogreffe réalisée au dépend du ligament patellaire ou aux ischio-jambiers [2]. La chirurgie de ligamentoplastie du LCA a pour principal objectif de contrôler la translation antérieure excessive induite par la lésion. En l'absence de reconstruction, moins de 40% des patients sont capables de poursuivre un haut niveau d'activité physique à 5 ans [3,4].

Les résultats de ces ligamentoplasties du LCA sont fortement influencés la sportivité des patients, les lésions associés et la qualité de réalisation technique avec un taux de reprise des activités physiques au niveau pré-lésionnel allant de 40% [5] à 92% [6]. Alors qu'une dégradation des résultats fonctionnels a été démontrée proportionnelle à l'importance de la laxité antérieure résiduelle après traitement fonctionnel [7], cette relation reste à démontrer chez les patients ayant bénéficiés d'une ligamentoplastie [8]–[14].

La laxité antérieure du genou est classiquement évaluée à partir de la laxité différentielle. Celle-ci correspond à la différence de laxité entre le genou lésé et le genou controlatéral. Afin d'évaluer objectivement cette laxité antérieure différentielle, des techniques de mesure instrumentales (laximétrie) telles que le Télós®[9, 15], le KT-1000® [8,9,16] ou le GNRB® [15]–[19] ont fait leur apparition. Ces appareils peuvent être utilisés soit à visée diagnostic pour différencier les ruptures partielles et complètes[1] soit à visée post-opératoire pour le suivi [5], [7]–[18]. Le GNRB® (GenouROB, Laval, France) est un appareil laximétrique moderne dont la fiabilité et la précision à visée diagnostique et de suivi a été étudié *in vivo* [15]–[17] et sur pièces cadavériques [18].

Les modalités d'utilisation des laximétries instrumentales sont actuellement discutées. La majorité des auteurs utilisant le GNRB® proposent une force d'application de 134N [28,30]. L'application d'une force de 134N à visée diagnostique permet d'obtenir une sensibilité de 70% et une spécificité de 99% pour un seuil pathologique de 3mm[31]. L'application d'une force de 200N a également été évalué, augmentant la sensibilité / spécificité à visée diagnostique par rapport à une force de 134N [19]. Certains auteurs ont également utilisé à visée diagnostique des forces appliquées de 30N, 60N, 90N [32], 150N [33], 180N [34] ou 250N [35] sans réellement proposer de consensus. Néanmoins, aucune recommandation dans le cadre du suivi post opératoire n'a été validée.

Les modalités d'interprétation des laximétries instrumentales sont également discutées. Les seuils pronostiques utilisés en pratique courante n'ont été validé que dans le cadre diagnostique. Certains auteurs utilisent un seuil pronostic de 3mm [21,32,36] car Robert et al. [31] ont validé ce seuil diagnostique à 134N. D'autres auteurs utilisent un seuil pronostic de 5mm [8,12,13,37] car ce seuil correspond à la laxité différentielle moyenne retrouvée initialement par certains auteurs au décours d'une rupture du LCA [38,39] au décours de testing à 200N et 89N.

L'objectif principal de cette étude était 1) d'évaluer l'influence d'une force appliquée de 134N, 200N et 250N sur la mesure de la laxité instrumentale résiduelle par GNRB® après ligamentoplastie du LCA et 2) d'évaluer la performance pronostique des différentes modalités de mesures instrumentales sur

les résultats fonctionnels. Notre hypothèse était que la laxité instrumentale résiduelle impactait négativement les scores fonctionnels et le retour au sport après une ligamentoplastie du LCA.

MATERIELS ET METHODES

2.1. Patients

Nous avons réalisé une étude rétrospective portant les patients opérés d'une ligamentoplastie du LCA entre 2016 et 2019 dans notre service. 334 patients ont bénéficié d'une ligamentoplastie du LCA durant cette période. Ont été exclus les patients n'ayant pas bénéficiés d'un transplant au ligament patellaire, ceux présentant des lésions multiligamentaires, ceux ayant refusé de participer à l'étude et ceux n'ayant pas toléré l'examen laximétrique. Après acceptation par le comité d'éthique local (IRB-MTP_2020_09_202000579), chaque patient était inclus après recueil du consentement signé.

Au final, 61 patients ont été revus (tableau 1) avec un recul moyen de 29 ± 10 mois (12–50 mois). Il existait dans la série une forte prédominance masculine avec 46 hommes (75%) et 15 femmes (25%). L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 27 ± 7 ans (16–42 ans). L'indice de masse corporelle moyen était de 24 ± 3 kg/m² (18–35 kg/m²).

Les patients étaient réévalués cliniquement à 1, 3, 6, 9, 12 puis à 24 mois de l'intervention. Les éléments de suivi clinique au décours de la consultation au dernier recul étaient collectés : un examen clinique et une analyse fonctionnelle par les scores KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score) [40], IKDC (International Knee Documentation Committee) [41] et ARPEGE (Association pour la Recherche et la Promotion de l'Etude du Genou) [42]. Un bilan radiographique standard comprenant des clichés de genou de face et profil était également réalisé, permettant de confirmer le bon positionnement des tunnels fémoraux selon la méthode des cadrans de Bernard et al. [43].

2.2. Analyse laximétrique

Au cours de la consultation au dernier recul, on effectuait une laximétrie instrumentale par GNRB® en appliquant successivement différentes forces (134N, 200N et 250N). L'examen était stoppé en cas de mauvaise tolérance par le patient.

Afin d'évaluer la performance de chaque modalité instrumentale, une analyse de la sensibilité et spécificité était réalisée au moyen de courbes ROC (receiver operating characteristic) [44] et de l'aire sous la courbe (AUC). Les critères pronostics étaient la reprise des activités physiques, la reprise du sport au même niveau antérieur et le résultat au score ARPEGE classé en moyen/mauvais versus bon/excellent.

Cette analyse était réalisée pour chaque seuil de laxité différentielle et pour chaque force de testing. Nous avons ainsi pu établir des modalités des testing pour lesquelles l'examen est le plus performant en termes de sensibilité et spécificité.

2.3. Analyse statistique

Les données ont été décrites par leur moyenne et leur écart-type pour les variables continues, et par leurs effectifs et pourcentages pour les variables discrètes. Les comparaisons entre les groupes ont été testées par des tests du Chi deux pour les variables qualitatives ou par le test exact de Fischer quand les conditions de validité du Chi deux n'étaient pas remplies. Nous avons utilisé le test de Student pour les variables quantitatives. Le seuil de significativité était fixé suivant la convention suivante : * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ et **** $p < 0.0001$.

3. Résultats

3.1. Résultats laximétriques

A 134 N, la laxité moyenne du genou lésé était de 4.9 ± 1.8 mm et la laxité du genou sain controlatéral était de 1.5 mm. De fait, la laxité différentielle moyenne parmi les patients de cette cohorte était de 3.4 ± 1.8 mm. Une laxité différentielle < 3 mm était retrouvée chez 54 patients (88.5%) et une laxité différentielle ≥ 3 mm chez 7 patients (11.5%).

A 200 N, la laxité moyenne du genou lésé était de 7.1 ± 2.2 mm et la laxité du genou sain controlatéral était de 3 mm. De fait, la laxité différentielle moyenne parmi les patients de cette cohorte était de 4.1 ± 2.2 mm. Une laxité différentielle < 3 mm était retrouvée chez 47 patients (77%) et une laxité différentielle ≥ 3 mm chez 14 patients (23%).

A 250 N, la laxité moyenne du genou lésé était de 8.4 ± 2.4 mm et la laxité du genou sain controlatéral était de 3.9 mm. De fait, la laxité différentielle moyenne parmi les patients de cette cohorte était de 4.5 ± 2.2 mm. Une laxité différentielle < 3 mm était retrouvée chez 43 patients (74%) et une laxité différentielle ≥ 3 mm chez 16 patients (26%). 2 patients n'ont pas toléré l'examen à 250N.

Les laximétries différentielles pré opératoires étaient de 3.4 ± 1.8 mm à 134N, 4.1 ± 2.2 mm à 200N et 4.5 ± 2.2 mm à 250N. Les laximétries différentielles postopératoires étaient de 1.4 ± 1.6 mm à 134N, 1.6 ± 1.9 mm à 200N et 1.7 ± 2.2 mm à 250N.

A 200 et à 250N, les variations laximétriques moyennes des genoux entre 134 et 200N étaient de 2 ± 0.6 mm parmi les patients dont la laximétrie différentielle était inférieure à 3 mm et de 2.6 ± 0.7 mm parmi les autres.

3.2. Résultats fonctionnels

45 (74%) patients ont repris une activité physique et sportive. Parmi eux, 30 (49%) l'ont repris au même niveau d'intensité qu'avant.

Les résultats moyens du score KOOS étaient pour les symptômes de $88\% \pm 15$ (28–100), pour la douleur de $90\% \pm 14$ (41–100), pour la vie quotidienne de $95\% \pm 10$ (42–100), pour l'activité de $79\% \pm 26$ (0–100) et pour la qualité de vie de $66\% \pm 28$ (0–100).

Les résultats moyens du score IKDC étaient de $86\% \pm 17$ (extrêmes : 37–100) pour l'IKDC subjectif, et de 7.4 ± 2.1 (extrêmes : 1–10) pour l'IKDC objectif.

Les résultats moyens du score ARPEGE étaient de 8.1 ± 1.8 pour la stabilité, 7.5 ± 1.8 pour la douleur/résistance, et 8.8 ± 0.6 pour la mobilité/fonction.

3.3. Influence des modalités laximétriques

Nous avons constaté une amélioration significative des laxités résiduelles à 134, 200 et 250N en postopératoire après ligamentoplastie ($p < 0.0001$). A 200N, la variation laximétrique moyenne des genoux dont la laximétrie différentielle était supérieure à 3mm était statistiquement supérieure à celle des autres patients ($p = 0.0038$). Ce résultat s'est confirmé au testing à 250N ($p = 0.0008$). Une plus grande variation laximétrique du genou était notée chez les patients laxes.

Nous avons constaté pour les différents testing et pour un seuil de laxité différentielle pathologique de 3mm de moins bons résultats aux scores fonctionnels ARPEGE stabilité et KOOS qualité de vie chez les sujets laxes (Tableaux 1, 2 et 3).

Une laxité différentielle post-opératoire supérieure à 3mm quelle que soit la force du testing s'est avéré être un facteur péjoratif de reprise du sport et de reprise des activités physiques au même niveau antérieur (Tableau 4).

Les courbes ROC étaient en faveur d'une meilleure performance pronostique du testing à 200N (AUC de 0.75 [0.6–0.9]) dans la prédictibilité de l'échec de la reprise du sport.

Un seuil de laxité différentielle de 4mm à 200N de testing s'est avéré être prédictif d'un échec de reprise du sport avec une valeur prédictive positive (VPP) de 86% et une spécificité de 98%.

A 134N, une augmentation de 1mm de la laxité différentielle était associée à un risque d'échec de retour au sport multiplié par 2 (OR 2 ; IC95% 1.2 – 3.3; $p < 0.01$). Ainsi à 134N, la VPP d'un échec de retour au sport pour des seuils de 4, 3, 2 et 1mm étaient respectivement de 100%, 75%, 50% et 30%.

A 200N, une augmentation de 1mm de la laxité différentielle était associée à une probabilité 50% plus élevée d'obtenir un score Arpège mauvais/moyen (OR 1.5 ; IC95% 1.1–2.1; $p=0.02$).

4. Discussion

L'interprétation des résultats laximétriques postopératoires est difficile car elle est soumise à de nombreux paramètres, eux-mêmes mal définis dans la littérature, et dont la modification d'un seul d'entre eux peut rendre les résultats non comparables entre les différentes séries. De plus, les laximétries instrumentales sont soumises à une faible reproductibilité intra et inter observateurs [51]. Dans notre série, nous retrouvons une relation directe entre la laxité résiduelle mesurée par GNRB® et les résultats fonctionnels post-ligamentoplastie du LCA. Pour chaque millimètre de laxité différentielle supplémentaire observé à 134N, le risque de non reprise du sport était multiplié par deux.

A 134N, la laxité différentielle moyenne de notre cohorte était de 1.4 ± 1.6 mm, ce qui est comparable aux résultats des autres études laximétriques portant sur les ligamentoplasties au ligament patellaire [26]. Nous retrouvons un taux de retour au sport de 74%, et de retour au niveau antérieur de 49%. Gupta et al. retrouve dans une série similaire des taux respectifs de 79% et 40% [5]. Des taux très supérieurs peuvent être retrouvés dans des séries comportant un pourcentage élevé de sportifs professionnels. Nakayama et al. retrouvent dans leur série 92% de retour au niveau antérieur à 8 mois postopératoires [6]. Pour Lee et al., le premier facteur responsable de la non reprise du sport au niveau antérieur est psychologique [45]. Dans notre série, le motif psychologique (peur, appréhension) expliquait près de 40% des non reprises du sport au niveau antérieur. Aucun sportif professionnel n'a été inclus dans notre étude.

La littérature actuelle n'est pas en faveur d'un impact péjoratif de la laxité résiduelle sur les résultats fonctionnels postopératoires [8]–[14]. Pourtant Daniel D. avait retrouvé chez ses patients traités orthopédiquement d'une rupture du LCA une dégradation des résultats fonctionnels proportionnelle à l'importance de leur laxité résiduelle [7]. Nous avons retrouvé au moyen d'une analyse laximétrique par GNRB® à plusieurs niveaux d'intensités et à différents seuils un impact péjoratif de la laxité résiduelle sur les résultats fonctionnels postopératoires, avec une multiplication du risque de non reprise du sport par 2 pour chaque millimètre de laxité différentielle en plus à 134N ([IC95% 1.2-3.3] ; $p < 0.01$).

Les modalités d'utilisation des laximétries instrumentales sont actuellement discutées. Les forces appliquées au testing impactent fortement les résultats laximétriques [32]. Aucune recommandation dans le cadre du suivi postopératoire n'a été validée. Dans notre étude, le testing à 200N de force est le plus

performant à visée pronostique avec une AUC de 0.75 [0.6–0.9]. Notre faible AUC s'explique par le fait que nous avons définis la sensibilité comme étant la probabilité d'avoir une laxité différentielle donnée chez un patient en échec de reprise de sport. Hors l'instabilité n'est pas le principal critère d'absence de reprise du sport après une ligamentoplastie du LCA. Dans une série comparable de Lee et al. [45] décrivant les principaux motifs d'absence de reprise du sport après ligamentoplastie, la peur de la rupture itérative était retrouvée dans 20% des cas, devant la douleur/instabilité qui expliqueraient 17.8% des cas. Enfin, il a récemment été démontré que la pression exercée sur la patella influence les résultats laximétriques [17]. Il n'existe pas à ce jour de consensus quant à la force à appliquer sur la patella [15]. Nos tests ont été réalisés en appliquant une force de pression patellaire comprise entre 50 et 60N afin de minimiser ce biais de mesure.

Les modalités d'interprétation des laximétries instrumentales sont également discutées. L'interprétation des résultats nécessite un seuil pronostique reconnu. Dans la littérature, l'échec chirurgical est défini sur des critères définis par des données diagnostiques [31,38,39]: laxité différentielle postopératoire $\geq 5\text{mm}$ [47, 48] ou $\geq 3\text{mm}$ [21,32,36]. Ces seuils n'ont pas été validés dans le cadre du suivi postopératoire. Nous proposons l'utilisation à visée pronostic d'un seuil de laxité différentielle de 4mm à 200N de testing. Ce seuil est prédictif d'un échec de reprise du sport avec une valeur prédictive positive de 86% et une spécificité de 98%.

Nous avons pu établir une relation directe entre la laxité résiduelle post opératoire et un score fonctionnel dédié au suivi des patients opérés d'une ligamentoplastie du LCA (A 200N, chaque augmentation d'un mm de la laxité différentielle augmente par 1.45 le risque d'obtenir un score ARPEGE final mauvais-moyen ([IC95% 1.1–2.1] ; $p=0.02$). Nous avons également retrouvé un lien entre la stabilité subjective et la laxité objective du genou (item stabilité de l'ARPEGE à 6.66 chez les sujets laxes versus 8.53 chez les autres, $p=0.046$, à 200N de testing et 3mm de seuil pronostique).

La littérature actuelle n'est pas en faveur d'une relation entre la laxité résiduelle et les scores fonctionnels post opératoires [8]–[14]. Le résultat fonctionnel des ligamentoplasties du LCA est multiparamétrique (douleur, appréhension, mobilité, force musculaire). Les scores usuels (Lysholm, KOOS, IKDC) ne permettent pas d'isoler la stabilité du genou du score global, expliquant en partie l'absence de relation entre la laxité résiduelle et les scores fonctionnel dans la littérature.

Nous rapportons plusieurs limites dans ce travail. Premièrement, le nombre de patients ayant eu accès à l'analyse laximétrique multimodale reste faible (61 patients) comparativement à certaines séries de sportifs amateurs. Ainsi, d'autres études laximétriques prospectives et incluant un plus grand nombre de patients devront être réalisées afin de confirmer nos résultats. Deuxièmement, nos résultats sont limités à l'analyse de sportifs non-professionnels par GNRB et notre analyse ne s'est portée que sur l'évaluation du contrôle statique du genou. Il serait également intéressant de valider un protocole de suivi sur les autres appareils

laximétriques disponibles. A paramétrage identique, Klasan et al. retrouvent deux fois plus de laxité différentielle $\geq 3\text{mm}$ avec le KT-1000 qu'avec le GNRB [49]. Mourgiers et al. ne retrouvent pas non plus de concordances entre les différents appareils [50]. De plus, il existe un module ROTAB compatible avec le GNRB permettant d'analyser dans le même temps le contrôle rotatoire du genou. Enfin, d'importantes variations laximétriques ont été observées jusqu'à 12 mois postopératoires [32,46]. Ainsi, toutes nos analyses GNRB ont été réalisées à plus d'un an de recul.

5. Conclusion

Nous retrouvons dans notre série une relation directe entre la laximétrie résiduelle mesurée par GNRB et les résultats fonctionnels post-ligamentoplastie du LCA. Pour chaque millimètre de laxité différentielle supplémentaire observé à 134N, le risque de non reprise du sport était multiplié par deux. Un seuil de 4mm à 200N est prédictif d'échec chirurgical dans notre population de sportifs amateurs, avec une valeur prédictive positive de 86% et une spécificité de 98%.

Déclaration de liens d'intérêts :

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références :

- [1] COMMISSION NATIONALE D'ÉVALUATION, DES DISPOSITIFS MÉDICAUX ET DES TECHNOLOGIES DE SANTÉ, et Haute Autorité de Santé, « LARS, Ligament artificiel pour le genou », p. 17, déc. 2018.
- [2] K. K. Middleton, T. Hamilton, J. J. Irrgang, J. Karlsson, C. D. Harner, et F. H. Fu, « Anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a global perspective. Part 1 », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 22, n° 7, p. 1467-1482, juill. 2014, doi: 10.1007/s00167-014-2846-3.
- [3] F. R. Noyes, P. A. Moar, D. S. Matthews, et D. L. Butler, « The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part I: the long-term functional disability in athletically active individuals », *J Bone Joint Surg Am*, vol. 65, n° 2, p. 154-162, févr. 1983, doi: 10.2106/00004623-198365020-00003.
- [4] L. Bogunovic et M. J. Matava, « Operative and Nonoperative Treatment Options for ACL Tears in the Adult Patient: A Conceptual Review », *The Physician and Sportsmedicine*, vol. 41, n° 4, p. 33-40, nov. 2013, doi: 10.3810/psm.2013.11.2034.
- [5] R. Gupta *et al.*, « Low re-rupture rate with BPTB autograft and semitendinosus gracilis autograft with preserved insertions in ACL reconstruction surgery in sports persons », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 26, n° 8, p. 2381-2388, août 2018, doi: 10.1007/s00167-017-4790-5.
- [6] Y. Nakayama, Y. Shirai, T. Narita, A. Mori, et K. Kobayashi, « Knee Functions and a Return to Sports Activity in Competitive Athletes Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction », *J Nippon Med Sch*, vol. 67, n° 3, p. 172-176, 2000, doi: 10.1272/jnms.67.172.
- [7] Daniel D, *Principles of knee ligament surgery. In: Knee Ligaments: Structure, Function, Injury, and Repair*, Akeson WHA, Daniel DM, and O'Connor JJ (eds.). New York: Raven Press; 1990. .

- [8] A. D. Goodwillie, S. S. Shah, M. P. McHugh, et S. J. Nicholas, « The Effect of Postoperative KT-1000 Arthrometer Score on Long-Term Outcome After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction », *Am J Sports Med*, vol. 45, n° 7, p. 1522-1528, juin 2017, doi: 10.1177/0363546517690525.
- [9] N. Hyder, S. R. Bollen, G. Sefton, et A. C. Swann, « Correlation between Arthrometric evaluation of knees using KT 1000 and Telos stress radiography and functional outcome following ACL reconstruction », *The Knee*, vol. 4, n° 3, p. 121-124, sept. 1997, doi: 10.1016/S0968-0160(97)00247-0.
- [10] K. H. Yoon, J. H. Kim, Y. B. Kwon, E. J. Kim, et S.-G. Kim, « Re-revision anterior cruciate ligament reconstruction showed more laxity than revision anterior cruciate ligament reconstruction at a minimum 2-year follow-up », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, août 2019, doi: 10.1007/s00167-019-05653-6.
- [11] D. K. Kim, G. Park, K. B. H. M. S. Kadir, L.-T. Kuo, et W. H. Park, « Comparison of Knee Stability, Strength Deficits, and Functional Score in Primary and Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Knees », *Sci Rep*, vol. 8, n° 1, p. 9186, 15 2018, doi: 10.1038/s41598-018-27595-8.
- [12] T. F. Tyler, M. P. McHugh, G. W. Gleim, et S. J. Nicholas, « Association of KT-1000 measurements with clinical tests of knee stability 1 year following anterior cruciate ligament reconstruction », *J Orthop Sports Phys Ther*, vol. 29, n° 9, p. 540-545, sept. 1999, doi: 10.2519/jospt.1999.29.9.540.
- [13] R. Cristiani, V. Sarakatsianos, B. Engström, K. Samuelsson, M. Forsblad, et A. Stålmán, « Increased knee laxity with hamstring tendon autograft compared to patellar tendon autograft: a cohort study of 5462 patients with primary anterior cruciate ligament reconstruction », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 27, n° 2, p. 381-388, févr. 2019, doi: 10.1007/s00167-018-5029-9.
- [14] R. Magnussen *et al.*, « Anterior and Rotational Knee Laxity Does Not Affect Patient-Reported Knee Function 2 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction », *Am J Sports Med*, vol. 47, n° 9, p. 2077-2085, juill. 2019, doi: 10.1177/0363546519857076.
- [15] N. Bouguennec, G. A. Odri, N. Graveleau, et P. Colombet, « Comparative reproducibility of TELOS™ and GNRB® for instrumental measurement of anterior tibial translation in normal knees », *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, vol. 101, n° 3, p. 301-305, mai 2015, doi: 10.1016/j.otsr.2015.01.007.
- [16] M. Collette, J. Courville, M. Forton, et B. Gagnière, « Objective evaluation of anterior knee laxity; comparison of the KT-1000 and GNRB® arthrometers », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 20, n° 11, p. 2233-2238, nov. 2012, doi: 10.1007/s00167-011-1869-2.
- [17] Y. Alqahtani, J. Murgier, P. Beaufils, P. Boisrenoult, C. Steltzlen, et N. Pujol, « Anterior tibial laxity using the GNRB® device in healthy knees », *Knee*, vol. 25, n° 1, p. 34-39, janv. 2018, doi: 10.1016/j.knee.2017.03.004.
- [18] J.-Y. Jenny, B. Puliero, G. Schockmel, S. Harnoist, et P. Clavert, « Experimental validation of the GNRB® for measuring anterior tibial translation », *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, vol. 103, n° 3, p. 363-366, mai 2017, doi: 10.1016/j.otsr.2016.12.011.
- [19] S. Klouche, N. Lefevre, S. Herman, A. Gerometta, S. Cascua, et Y. Bohu, « Performance diagnostique du GNRB selon la force exercée dans les ruptures totales du LCA », *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, vol. 100, n° 7, Supplement, p. S291, nov. 2014, doi: 10.1016/j.rcot.2014.09.194.
- [20] X. Xie, X. Liu, Z. Chen, Y. Yu, S. Peng, et Q. Li, « A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction », *Knee*, vol. 22, n° 2, p. 100-110, mars 2015, doi: 10.1016/j.knee.2014.11.014.
- [21] B. T. Samuelsen, K. E. Webster, N. R. Johnson, T. E. Hewett, et A. J. Krych, « Hamstring Autograft versus Patellar Tendon Autograft for ACL Reconstruction: Is There a Difference in Graft Failure Rate? A Meta-analysis of 47,613 Patients », *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 475, n° 10, p. 2459-2468, oct. 2017, doi: 10.1007/s11999-017-5278-9.
- [22] K. B. Freedman, M. J. D'Amato, D. D. Nedeff, A. Kaz, et B. R. Bach, « Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon

- autografts », *Am J Sports Med*, vol. 31, n° 1, p. 2-11, févr. 2003, doi: 10.1177/03635465030310011501.
- [23] H. B. Schuette, M. J. Kraeutler, D. A. Houck, et E. C. McCarty, « Bone–Patellar Tendon–Bone Versus Hamstring Tendon Autografts for Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Overlapping Meta-analyses », *Orthop J Sports Med*, vol. 5, n° 11, nov. 2017, doi: 10.1177/2325967117736484.
- [24] S. Zaffagnini, M. Marcacci, M. Lo Presti, G. Giordano, F. Iacono, et M. P. Neri, « Prospective and randomized evaluation of ACL reconstruction with three techniques: a clinical and radiographic evaluation at 5 years follow-up », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 14, n° 11, p. 1060-1069, nov. 2006, doi: 10.1007/s00167-006-0130-x.
- [25] L. Herrington, C. Wrapson, M. Matthews, et H. Matthews, « Anterior Cruciate Ligament reconstruction, hamstring versus bone–patella tendon–bone grafts: a systematic literature review of outcome from surgery », *The Knee*, vol. 12, n° 1, p. 41-50, janv. 2005, doi: 10.1016/j.knee.2004.02.003.
- [26] K. L. Poehling-Monaghan *et al.*, « Long-Term Outcomes in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Patellar Tendon Versus Hamstring Autografts », *Orthop J Sports Med*, vol. 5, n° 6, juin 2017, doi: 10.1177/2325967117709735.
- [27] T. Gifstad, A. Sole, T. Strand, G. Uppheim, T. Grøntvedt, et J. O. Drogset, « Long-term follow-up of patellar tendon grafts or hamstring tendon grafts in endoscopic ACL reconstructions », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 21, n° 3, p. 576-583, mars 2013, doi: 10.1007/s00167-012-1947-0.
- [28] J. B. Marchand, N. Ruiz, A. Coupry, M. Bowen, et H. Robert, « Do graft diameter or patient age influence the results of ACL reconstruction? », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 24, n° 9, p. 2998-3004, sept. 2016, doi: 10.1007/s00167-015-3608-6.
- [29] Shelbourne KD1, Klootwyk TE, Wilckens JH, De Carlo MS., « Ligament stability two to six years after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft and participation in acce... - PubMed - NCBI ». .
- [30] S.-S. Seo *et al.*, « Effect of Femoral Tunnel Position on Stability and Clinical Outcomes After Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using the Outside-In Technique », *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, vol. 35, n° 6, p. 1648-1655, juin 2019, doi: 10.1016/j.arthro.2018.11.055.
- [31] H. Robert, S. Nouveau, S. Gageot, et B. Gagnière, « A new knee arthrometer, the GNRB®: Experience in ACL complete and partial tears », *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, vol. 95, n° 3, p. 171-176, mai 2009, doi: 10.1016/j.otsr.2009.03.009.
- [32] T. Poudroux, B. Muller, et H. Robert, « Joint laxity and graft compliance increase during the first year following ACL reconstruction with short hamstring tendon grafts », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, sept. 2019, doi: 10.1007/s00167-019-05711-z.
- [33] H. Jonsson, K. Riklund-Åhlström, et J. Lind, « Positive pivot shift after ACL reconstruction predicts later osteoarthritis 63 patients followed 5–9 years after surgery », *Acta Orthopaedica Scandinavica*, vol. 75, n° 5, p. 594-599, janv. 2004, doi: 10.1080/00016470410001484.
- [34] A. Andersson, « Knee Laxity and Function After Conservative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries », *Int J Sports Med*, vol. 14, n° 03, p. 150-153, avr. 1993, doi: 10.1055/s-2007-1021159.
- [35] S. Klouche, N. Lefevre, S. Cascua, S. Herman, A. Gerometta, et Y. Bohu, « Performance diagnostique du GNRB® selon la force exercée dans les ruptures complètes du ligament croisé antérieur : étude prospective cas-témoins de 118 inclus », *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, vol. 101, n° 3, p. 201-204, mai 2015, doi: 10.1016/j.rcot.2015.02.003.
- [36] R. Jurkonis, R. Gudas, et A. Smailys, « Influence of Graft Diameter on Functional Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Study with a 1-Year Follow-Up », *Med Sci Monit*, vol. 24, p. 4339-4345, juin 2018, doi: 10.12659/MSM.908212.

- [37] P. Aglietti, R. Buzzi, P. P. M. Menchetti, et F. Giron, « Arthroscopically Assisted Semitendinosus and Gracilis Tendon Graft in Reconstruction for Acute Anterior Cruciate Ligament Injuries in Athletes », *Am J Sports Med*, vol. 24, n° 6, p. 726-731, nov. 1996, doi: 10.1177/036354659602400605.
- [38] K. L. Markolf, A. Kochan, et H. C. Amstutz, « Measurement of knee stiffness and laxity in patients with documented absence of the anterior cruciate ligament », *J Bone Joint Surg Am*, vol. 66, n° 2, p. 242-252, févr. 1984.
- [39] D. M. Daniel, L. L. Malcom, G. Losse, M. L. Stone, R. Sachs, et R. Burks, « Instrumented measurement of anterior laxity of the knee », *J Bone Joint Surg Am*, vol. 67, n° 5, p. 720-726, juin 1985.
- [40] E. M. Roos, H. P. Roos, L. S. Lohmander, C. Ekdahl, et B. D. Beynnon, « Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)—Development of a Self-Administered Outcome Measure », *J Orthop Sports Phys Ther*, vol. 28, n° 2, p. 88-96, août 1998, doi: 10.2519/jospt.1998.28.2.88.
- [41] E. Hefti, W. Müller, R. P. Jakob, et H.-U. Stäubli, « Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form », *Knee Surg, Sports traumatol, Arthroscopy*, vol. 1, n° 3-4, p. 226-234, sept. 1993, doi: 10.1007/BF01560215.
- [42] H. DEJOUR et P. CHAMBAT, « 5èmes journée lyonnaises de chirurgie du genou 1984 ». .
- [43] M. Bernard, P. Hertel, H. Hornung, et T. Cierpinski, « Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method », *Am J Knee Surg*, vol. 10, n° 1, p. 14-21; discussion 21-22, 1997.
- [44] T. Perneger et A. Perrier, « [Analysis of a diagnostic test: ROC curve or “receiver operating characteristic”] », *Rev Mal Respir*, vol. 21, n° 2 Pt 1, p. 398-401, avr. 2004, doi: 10.1016/s0761-8425(04)71302-9.
- [45] D. Y. H. Lee, S. A. Karim, et H. C. Chang, « Return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction - a review of patients with minimum 5-year follow-up », *Ann. Acad. Med. Singap.*, vol. 37, n° 4, p. 273-278, avr. 2008.
- [46] B. Semay, A. Rambaud, R. Philippot, et P. Edouard, « Evolution of the anteroposterior laxity by GnRB at 6, 9 and 12 months post-surgical anterior cruciate ligament reconstruction », *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, vol. 59, p. e19, sept. 2016, doi: 10.1016/j.rehab.2016.07.045.
- [47] M. Acasuso Díaz, E. Collantes Estévez, et P. Sánchez Guijo, « Joint hyperlaxity and musculoligamentous lesions: study of a population of homogeneous age, sex and physical exertion », *Br. J. Rheumatol.*, vol. 32, n° 2, p. 120-122, févr. 1993, doi: 10.1093/rheumatology/32.2.120.
- [48] R. Ramesh, O. Von Arx, T. Azzopardi, et P. J. Schranz, « The risk of anterior cruciate ligament rupture with generalised joint laxity », *J Bone Joint Surg Br*, vol. 87, n° 6, p. 800-803, juin 2005, doi: 10.1302/0301-620X.87B6.15833.
- [49] A. Klasan, S. E. Putnis, V. Kandhari, T. Oshima, et D. A. Parker, « Anterior knee translation measurements after ACL reconstruction are influenced by the type of laximeter used », *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, avr. 2020, doi: 10.1007/s00167-020-05950-5.
- [50] J. Murgier, J. S. Béranger, P. Boisrenoult, C. Steltzlen, et N. Pujol, « Prospective comparative study of knee laxity with four different methods in anterior cruciate ligament tears », *Int Orthop*, vol. 42, n° 8, p. 1845-1851, 2018, doi: 10.1007/s00264-018-3791-4.
- [51] D. Mouarbes, E. Cavaignac, P. Chiron, E. Bérard, et J. Murgier, « Evaluation of reproducibility of robotic knee testing device (GNRB) on 60 healthy knees », *Journal of Orthopaedics*, vol. 15, n° 1, p. 94-98, mars 2018, doi: 10.1016/j.jor.2018.01.031.

Annexes :

Figure 1: (A) Appareil de mesure de laximétrie instrumentale GNRB®, (B) Modélisation graphique comparative de la laxité pré et postopératoire d'une rupture du LCA genou droit

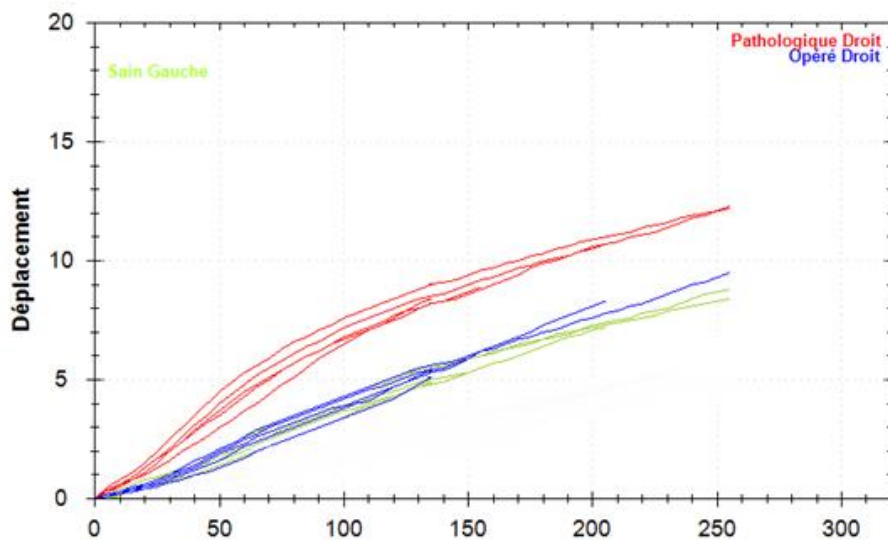


Figure 2 : Modélisation graphique d'une laximétrie post ligamentoplastie du LCA au genou droit chez un patient présentant une laxité antéro-postérieure résiduelle

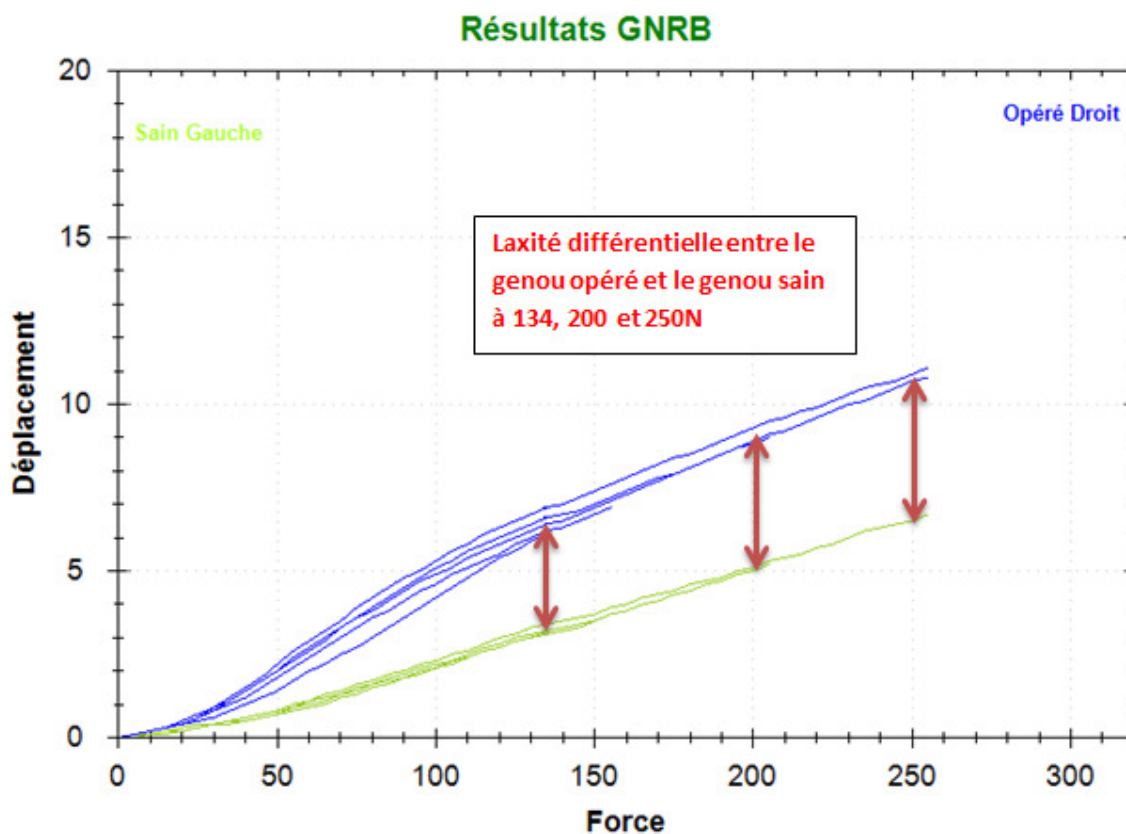


Figure 3 : Courbe ROC d'analyse de la sensibilité-spécificité du GNRB® dans la prédiction de l'échec du retour au sport.

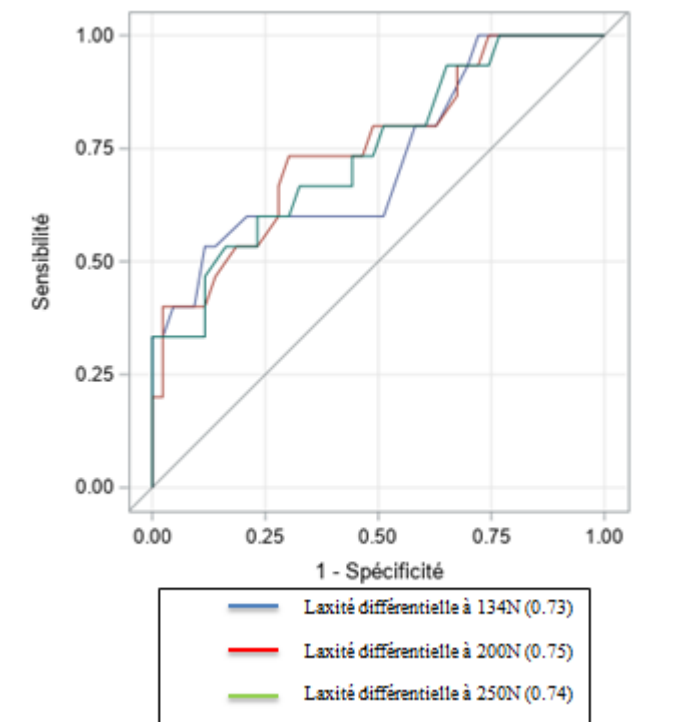


Figure 4 : Courbe ROC d'analyse de la sensibilité-spécificité du GNRB[®] dans la prédiction de l'échec de la reprise des activités physiques au même niveau antérieur.

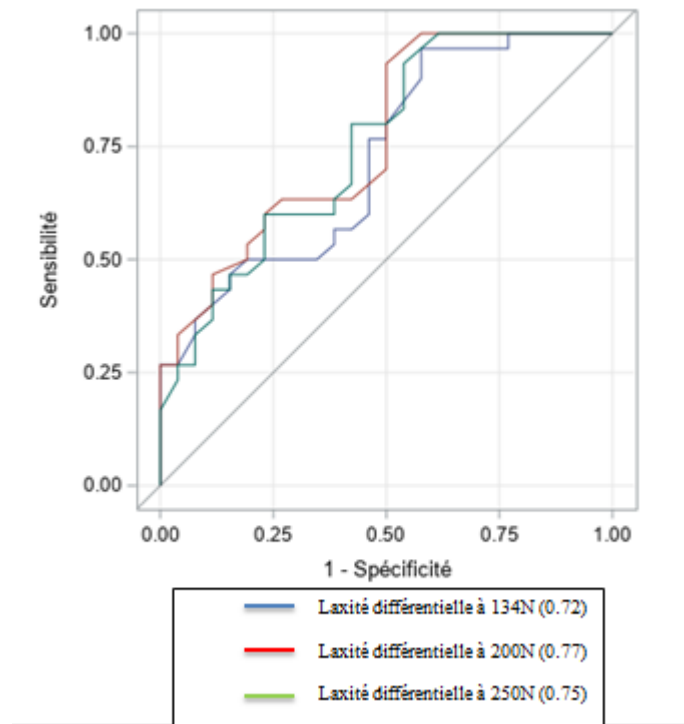


Figure 5 : Courbe ROC d'analyse de la sensibilité-spécificité du GNRB[®] dans la prédiction d'obtenir un score Arpège total moyen/mauvais (AUC=0.68)

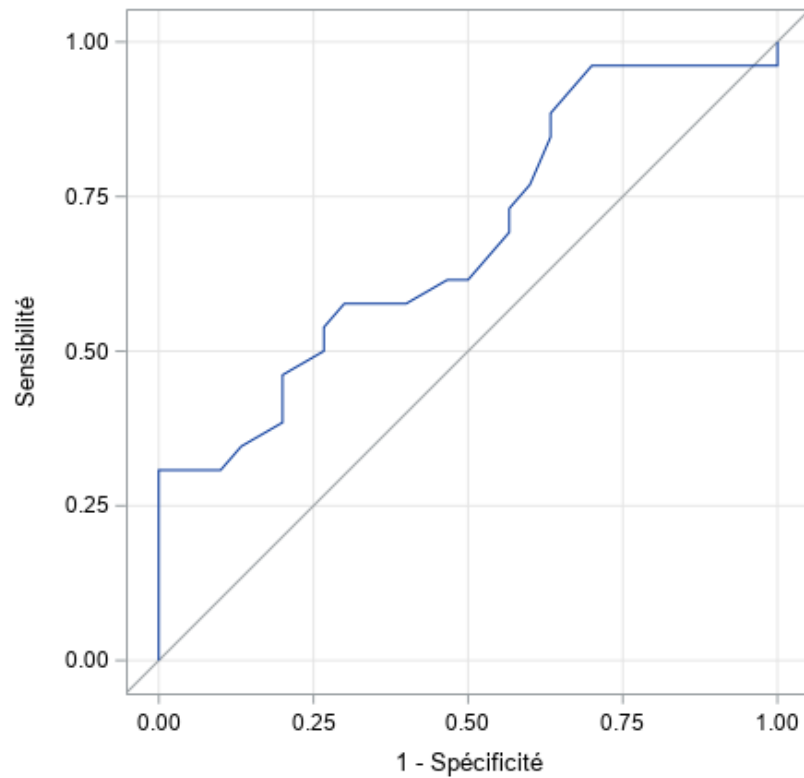


Tableau 1 : Caractéristiques des patients

Critères	Série (N=61)
Age (années)	27 ± 7
Recul moyen (mois)	29 ± 10
Sexe masculin	46 (75%)
IMC (kg/m ²)	24 ± 3
Sport pivot	44 (72%)
Lésion méniscale interne	21 (34%)
Lésion méniscale externe	20 (33%)
Lésion biméniscale	7 (11%)
Chirurgie ambulatoire	17 (28%)
Rééducation post-opératoire en centre	20 (33%)

Tableau 2 : Comparaison des scores fonctionnels à 134N de testing

	IKDC subjectif	ARPEGE stabilité	ARPEGE douleur résistance	ARPEGE mobilité fonction	KOOS symptômes	KOOS douleur	KOOS vie quotidienne	KOOS activité	KOOS qualité de vie
Laxité différentielle <3mm	87±17	8.5±1.3	7.6±1.8	8.8±0.6	88±16	90±14	95±11	79±27	69±26
Laxité différentielle ≥3mm	78±15	5.5±3.5	7±17	8.8±0.4	89±9	91±11	97±7	75±21	37±26
p	0.2	0.09	0.45	0.96	0.8	0.84	0.59	0.65	0.03

Tableau 3 : Comparaison des scores fonctionnels à 200N de testing

	IKDC subjectif	ARPEGE stabilité	ARPEGE douleur résistance	ARPEGE mobilité fonction	KOOS symptômes	KOOS douleur	KOOS vie quotidienne	KOOS activité	KOOS qualité de vie
Laxité différentielle <3mm	87±17	8.5±1.3	7.6±1.8	8.9±1.5	87±16	89±14	95±11	79±27	70±26
Laxité différentielle ≥3mm	82±18	6.8±2	7.3±1.7	8.8±0.6	93±8	92±12	96±10	80±25	49±29
p	0.44	0.046	0.53	0.56	0.11	0.58	0.91	0.92	0.036

Tableau 4 : Comparaison des scores fonctionnels à 250N de testing.

	IKDC subjectif	Arpège stabilité	Arpège douleur résistance	Arpège mobilité fonction	KOOS symptômes	KOOS douleur	KOOS vie quotidienne	KOOS activité	KOOS qualité de vie
Laxité différentielle <3mm	86±17	8.5±1.3	7.5±1.9	8.9±0.6	87±17	88±15	95±11	77±27	69±26
Laxité différentielle ≥3mm	87±17	7.6±1.9	7.7±1.5	8.8±0.6	93±7	94±12	96±9	84±24	63±29
p	0.85	0.1	0.72	0.71	0.07	0.17	0.64	0.38	0.5

Tableau 5 : Comparaison de la reprise des activités physiques à différents testing et en fonction de la laxité différentielle.

	N à 134N	Reprise du sport à 134N	Reprise du sport au même niveau antérieur à 134N	N à 200N	Reprise du sport à 200N	Reprise du sport au même niveau antérieur à 200N	N à 250N	Reprise du sport à 250N	Reprise du sport au même niveau antérieur à 250N
Laxité différentielle <3mm	54	43 (80%)	27 (50%)	47	38 (81%)	25 (53%)	43	37 (86%)	23 (53%)
Laxité différentielle ≥3mm	7	1 (14%)	0 (0%)	14	6 (43%)	2 (14%)	16	7 (44%)	3 (19%)
p		0.001	0.01		0.01	0.01		0.006	0.02

SERMENT

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.*
- *Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.*
- *Admis (e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*
- *Respectueux (se) et reconnaissant (e) envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*
- *Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*

RÉSUMÉ

Introduction: La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) est l'une des lésions les plus fréquentes parmi les sujets jeunes et sportifs. L'objectif principal de l'étude était d'évaluer les résultats cliniques et laximétriques de la ligamentoplastie du LCA selon la technique de Kenneth-Jones.

Matériel et méthode: Nous avons réalisé une étude rétrospective incluant 74 patients dont 55 hommes (74%), âgés de 27 ± 7 ans et ayant bénéficié entre 2016 et 2019 d'une ligamentoplastie du LCA selon la technique de Kenneth Jones. Le recul moyen était de 29 ± 10 mois. 55% de notre population présentait au moment de la chirurgie au moins une lésion méniscale qui a été prise en charge dans le même temps opératoire. Tous les patients ont bénéficié d'une laximétrie Genourob (GNRB) pré et post-opératoire à 134, 200 et 250 Newtons. Les résultats fonctionnels incluaient la reprise des activités sportives et les scores KOOS, IKDC et ARPEGE.

Résultats : 50% des patients ont retrouvés leur niveau sportif antérieur et 25% ont repris une activité sportive à un niveau inférieur. La première cause de non reprise du sport était psychologique et affectait 20% de nos patients. Nous avons retrouvé une corrélation directe entre la laxité différentielle post opératoire et les résultats fonctionnels. A 134N, une augmentation de 1mm de la laxité différentielle multiplie par 2 la probabilité d'échec de retour au sport ([IC95% 1.2-3.2] ; $p < 0.01$). Un seuil de 4mm à 200N est prédictif d'un échec de reprise du sport avec une valeur prédictive positive de 86% et une spécificité de 98%.

Conclusions: La ligamentoplastie au ligament patellaire reste une technique de référence dans la prise en charge des ruptures du LCA. La laximétrie GNRB a un intérêt pronostic dans le suivi post-opératoire des malades.

Mots clés : Ligament croisé antérieur, Laxité du genou, Laximétrie, GNRB®