

<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -  
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

Institut des Sciences et Techniques de Réadaptation  
Département Masso-Kinésithérapie

**Mémoire N°1557**

Mémoire d'initiation à la recherche en Masso-Kinésithérapie

Présenté pour l'obtention du

**Diplôme d'Etat en Masso-Kinésithérapie**

par

**Lavenas Julien**

**Comparaison du caractère prédictif des tests fonctionnels et  
isocinétiques quant au risque de récurrence de rupture du ligament  
croisé antérieur, après ligamentoplastie primaire**

*Comparison of the predictive character of functional and isokinetic tests  
as for the recurrence risk of the anterior cruciate ligament injury after  
primary reconstruction*

Directeur de mémoire  
**Kitada Shingo**

**2019  
Session 1**

Membres du jury

**Kitada Shingo**

**Hautier Christophe**

**Mollimard Dominique**

## CHARTRE ANTI-PLAGIAT DE LA DRDJSCS AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

La Direction Régionale et Départementale de la Jeunesse, des Sports et de la Cohésion Sociale délivre sous l'autorité du préfet de région les diplômes paramédicaux et du travail social.

C'est dans le but de garantir la valeur des diplômes qu'elle délivre et la qualité des dispositifs de formation qu'elle évalue, que les directives suivantes sont formulées.

Elles concernent l'ensemble des candidats devant fournir un travail écrit dans le cadre de l'obtention d'un diplôme d'État, qu'il s'agisse de formation initiale ou de parcours VAE.

La présente charte définit les règles à respecter par tout candidat, dans l'ensemble des écrits servant de support aux épreuves de certification du diplôme préparé (mémoire, travail de fin d'études, livret2).

Il est rappelé que « le plagiat consiste à reproduire un texte, une partie d'un texte, toute production littéraire ou graphique, ou des idées originales d'un auteur, sans lui en reconnaître la paternité, par des guillemets appropriés et par une indication bibliographique convenable »<sup>1</sup>.

**La contrefaçon** (le plagiat est, en droit, une contrefaçon) **est un délit** au sens des articles L. 335-2 et L. 335-3 du code de la propriété intellectuelle.

### **Article 1 :**

Le candidat au diplôme s'engage à encadrer par des guillemets tout texte ou partie de texte emprunté ; et à faire figurer explicitement dans l'ensemble de ses travaux les références des sources de cet emprunt. Ce référencement doit permettre au lecteur et correcteur de vérifier l'exactitude des informations rapportées par consultation des sources utilisées.

### **Article 2 :**

Le plagiaire s'expose à des procédures disciplinaires. De plus, en application du Code de l'éducation<sup>2</sup> et du Code de la propriété intellectuelle<sup>3</sup>, il s'expose également à des poursuites et peines pénales.

### **Article 3 :**

Tout candidat s'engage à faire figurer et à signer sur chacun de ses travaux, deuxième de couverture, cette charte dûment signée qui vaut engagement :

*Je soussigné(e) .....*

*atteste avoir pris connaissance de la charte anti-plagiat élaborée par la DRDJSCS Auvergne-Rhône-Alpes et de m'y être conformé(e)*

*Je certifie avoir rédigé personnellement le contenu du livret/mémoire fourni en vue de l'obtention du diplôme suivant :*

*Fait à .....*

*Le..... Signature*



<sup>1</sup> Site Université de Nantes : <http://www.univ-nantes.fr/statuts-et-chartes-usagers/dossier-plagiat-784821.kjsp>

<sup>2</sup> Article L331-3 : « les fraudes commises dans les examens et les concours publics qui ont pour objet l'acquisition d'un diplôme délivré par l'Etat sont réprimées dans les conditions fixées par la loi du 23 décembre 1901 réprimant les fraudes dans les examens et concours publics »

<sup>3</sup> Article L122-4 du Code de la propriété intellectuelle



**Mémoire N°1557**

Mémoire d'initiation à la recherche en Masso-Kinésithérapie

Présenté pour l'obtention du

**Diplôme d'Etat en Masso-Kinésithérapie**

par

**Lavenas Julien**

**Comparaison du caractère prédictif des tests fonctionnels et  
isocinétiques quant au risque de récurrence de rupture du ligament  
croisé antérieur, après ligamentoplastie primaire**

*Comparison of the predictive character of functional and isokinetic tests  
as for the recurrence risk of the anterior cruciate ligament injury after  
primary reconstruction*

Directeur de mémoire  
**Kitada Shingo**

**2019  
Session 1**

Membres du jury

**Kitada Shingo**

**Hautier Christophe**

**Mollimard Dominique**



Université Claude Bernard



Lyon 1

Président  
**Frédéric FLEURY**

Vice-président CA  
**REVEL Didier**

## **Secteur Santé**

U.F.R. de Médecine Lyon Est  
Directeur  
**RODE Gilles**

U.F.R. de Médecine Lyon-Sud  
Charles Mérieux  
Directrice  
**BURILLON Carole**

Département de Formation et  
Centre de Recherche en Biologie  
Humaine  
Directeur  
**SCHOTT Anne-Marie**

Comité de Coordination des  
Etudes Médicales (CCEM)  
**COCHAT Pierre**

U.F.R. d'Odontologie  
Directeur  
**BOURGEOIS Denis**

Institut des Sciences Pharmaceutiques et  
Biologiques  
Directrice  
**VINCIGUERRA Christine**

Institut des Sciences et Techniques de  
Réadaptation  
Directeur  
**Xavier PERROT**



## **Institut Sciences et Techniques de Réadaptation Département MASSO-KINESITHERAPIE**

Directeur ISTR  
**Xavier PERROT**

**Equipe de direction du département de masso-kinésithérapie :**

Directeur de la formation  
**Franck GREGOIRE**

Responsables des travaux de recherche  
**Samir BOUDRAHEM**

Référents d'années  
**Geneviève SANSONI**  
**Ilona BESANCON**  
**Dominique DALLEVET**  
**Samir BOUDRAHEM**

Référents stages cycle 1  
**Annie KERN-PAQUIER**

Référents stages cycle 2  
**Franck GREGOIRE**

Secrétariat de direction et de scolarité  
**Pascale SACCUCI**

# Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Je voudrais dans un premier temps remercier mon directeur de mémoire Shingo Kitada, pour sa patience, sa disponibilité et ses conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je remercie également l'équipe de kinésithérapeutes du sport de la Sauvegarde, qui m'a fait profiter de toute son expérience dans cette belle spécialité que représente le sport dans notre métier et qui m'a lancé dans la rédaction de ce travail.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire :

Laura Bénat pour son aide à la mise en page.

Yveline Arnéodo et Stéphanie Djukić, pour leur coup d'œil critique avisé lors de la correction et la relecture de mon mémoire.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à mes camarades et amis, de promotion et d'ailleurs, ma famille, mes proches et ma colocataire Alice de Carvalho qui m'ont aidé, encouragé, soutenu et supporté tout au long de la réalisation de ce mémoire.

# Table des matières

I.	Introduction .....	1
1.	Situation d'appel.....	1
2.	Tests du CKS Sauvegarde .....	1
3.	Tests isocinétiques.....	3
4.	Tests fonctionnels (objectivés par l'Optogait et l'accéléromètre).....	4
5.	Ligament croisé antérieur et pivot central.....	8
6.	Ligamentoplastie .....	9
7.	Retour au sport après ligamentoplastie et récurrence.....	10
8.	IKDC-SKF= International Knee Documentation Committee – Subjective Knee Form .....	13
9.	LSI= Limb Symmetry Index .....	14
10.	Problématique .....	15
II.	Méthode .....	18
1.	Population .....	18
1.1.	Identification .....	18
1.2.	Critères d'inclusion .....	18
1.3.	Critères de non-inclusion.....	20
1.4.	Critères d'exclusion .....	20
1.5.	Taille de l'échantillon .....	20
1.6.	Recrutement.....	20
2.	Critères de jugement .....	21
3.	Choix du seuil pour le LSI .....	21
4.	Choix du seuil pour l'IKDC-SKF .....	22
5.	Procédure des tests isocinétiques.....	23
6.	Procédure des tests fonctionnels .....	24
7.	Analyse statistique .....	26
8.	Ethique .....	28

9. Conflits d'intérêt.....	29
III. Résultats et analyses .....	30
IV. Discussion .....	32
1. Rappels .....	32
2. Limites de l'étude .....	33
2.1. Validité externe.....	33
2.2. Validité interne.....	34
3. Difficultés et bénéfices sur le plan personnel .....	36
4. Intérêt de l'étude.....	37
V. Conclusion .....	39

## Table des tableaux

Tableau I : les différentes ligamentoplasties du LCA pratiquées..... 10

Tableau II : résultats possibles lors de la mesure de la validité intrinsèque d'un test 28

## Table des Figures

Figure 1 : test de squat maximal unipodal.....	25
Figure 2 : test “unipodal countermovement jump” .....	26

# Glossaire

LCA : ligament croisé antérieur

LCP : ligament croisé postérieur

Q : quadriceps

IJ : ischio-jambiers

DIDT : droit interne demi tendineux

CKS : Centre de Kinésithérapie du Sport

MFM : moment de force maximal

CMJ : countermovement jump

UCMJ : unipodal countermovement jump

PROM : patient-reported outcome mesures

IKDC : International Knee Documentation Committee

IKDC-SF (ou IKDC-SKF) : International Knee Documentation Committee – Subjective (Knee) Form

LSI : Limb Symmetry Index

L'échelle ACL-RSI : the "Anterior Cruciate Ligament - Return to Sport after Injury (ACL-RSI)" scale

LSI-TF : moyenne des LSI des tests fonctionnels

LSI-TI : moyenne des LSI des tests isocinétiques

Sp : spécificité

Se : sensibilité

INDS : Institut National des Données de Santé

CEREES : Comité d'Expertise pour les Recherches, les Etudes et les Evaluations dans le domaine de la Santé

CNIL : Commission nationale de l'informatique et des libertés

MK : masseur kinésithérapeute

# Résumé

La ligamentoplastie du ligament croisé antérieur est une opération commune dans le milieu du sport, dont la rééducation est très importante afin de favoriser la reprise des activités physiques le plus tôt possible. De nombreux critères ont été mis en place pour décider des différents stades de la rééducation (reprise de la course, du sport ...), dont les tests isocinétiques et fonctionnels. Dans cette étude rétrospective nous nous intéresserons à deux tests fonctionnels, le squat unipodal et l'unipodal countermovement jump, et aux tests isocinétiques, tous évalués à 6 mois post-opératoires. Nous les comparerons principalement au risque de récurrence à deux ans post-opératoires.

Le but de cette étude est de présenter un protocole de tests permettant d'utiliser les données déjà acquises pour déterminer quelle technique est la plus adaptée pour prévoir le risque de récurrence et donc à terme orienter la rééducation pour les éviter.

Mots-clés : tests fonctionnels, tests isocinétiques, rééducation, sport, récurrence, ligamentoplastie, ligament croisé antérieur, LCA, countermovement jump, squat unipodal.

# Abstract

The anterior cruciate ligament reconstruction is a common surgery in sport, its rehabilitation is very important to make the return to physical activities easier as soon as possible. A lot of criteria have been set up to decide on the different stages of rehabilitation (return to running, to sport ...), among them the isokinetic and functional tests. In this retrospective study we will investigate two functional tests, the unipodal squat and the unipodal countermovement jump, and isokinetic tests, all evaluated six months after surgery. We will mostly compare them to the recurrence risk two years after surgery.

The aim of this study is to present a tests protocol allowing to use the already-known data to determine which method is the most suitable to prevent the recurrence risks and thus in the time to adjust the rehabilitation to avoid them.

Keywords: functional tests, isokinetic tests, rehabilitation, sport, recurrence, ligamentoplasty, anterior cruciate ligament, ACL, countermovement jump, unipodal squat.

# I. Introduction

## 1. Situation d'appel

Au cours de ma vie j'ai été opéré deux fois d'une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur. La première fois par DIDT, la seconde fois par la technique Kenneth-Jones avec un renfort latéral type Lemaire. En effet un an et demi après la première opération mon ligament s'est à nouveau rompu quand j'ai voulu reprendre le sport. J'ai donc pu profiter à ces multiples occasions d'une rééducation plutôt fournie et diversifiée. Il s'agit d'une pathologie que l'on rencontre très fréquemment dans notre métier, j'ai donc eu l'occasion par la suite en études de kinésithérapie de l'observer et m'occuper de ce type de rééducation de nombreuses fois au cours de mes stages. Cela m'a permis d'avoir une double vision : à la fois celle de soignant et celle de soigné. J'ai notamment passé lors de ma rééducation différents tests au centre de kinésithérapie du sport (CKS) de la Sauvegarde afin d'évaluer l'avancement de mon rétablissement, tests qui lors de mon premier passage commençaient tout juste à se mettre en place, et qui m'ont interpellé. Par la suite j'ai donc réalisé un stage au sein de ce cabinet. Je me suis entretenu avec toute l'équipe qui a participé à sa création et j'ai également assisté à ces tests de multiples fois, ce qui m'a incité à faire ce mémoire sur ceux-ci.

## 2. Tests du CKS Sauvegarde

Dans les années 1970-80, avec la découverte de l'importance des ligaments croisés au sein du genou et de la forte prévalence des blessures au niveau du ligament croisé antérieur (LCA) en sport, a commencé à se développer l'opération moderne de reconstruction de celui-ci. Après cette chirurgie, il a fallu mettre en place pour les patients des protocoles de rééducation, mais aussi un moyen d'évaluer et contrôler cette récupération car lorsque le genou était faible les récives étaient plus importantes. Les buts étaient multiples : faire un état des lieux des capacités du patient, afin d'optimiser la rééducation, permettre un retour aux activités et au sport et diminuer le risque de récive de rupture du ligament croisé antérieur.

Des étapes au cours de la rééducation ont donc été repérées et mises en vigueur, et une fois celles-ci validées le patient pouvait passer à une rééducation chaque fois plus poussée (reprise de la course, des entraînements, de la compétition ...). Ces étapes étaient auparavant entérinées par l'avis du chirurgien ou médecin, qui décidait plus ou moins arbitrairement si on pouvait avancer dans la rééducation ou s'il fallait encore attendre, en prenant pour beaucoup sa décision par rapport au délai post-opératoire mais sans avoir de possibilité de quantifier l'état du genou. A partir des années 80 des recommandations ont commencé à être publiées conseillant d'évaluer la force musculaire à l'aide de l'outil isocinétique (Edouard & Degache, 2016; Fabri, Morana, & Lacaze, 2016), qui est apparu alors comme le meilleur moyen d'objectiver les capacités musculaires du genou, et donc la possibilité ou non de reprise du sport. En parallèle de ces tests isocinétiques la réflexion a évolué jusqu'à émettre l'idée que la pratique sportive devait être autorisée en tenant davantage compte de l'état fonctionnel du genou (Fabri et al., 2016). Ainsi, des tests plus fonctionnels ont été mis au point. Ces nouveaux tests permettraient d'avoir une meilleure appréciation notamment neuromusculaire et fonctionnelle du rétablissement du patient, d'améliorer et orienter la prise en charge kinésithérapique. Celle-ci pourrait donc se concentrer sur les différentes déficiences mises en avant par ces tests, déficiences détectées lorsque le patient est en charge, en chaîne cinétique fermée, sans rester sur un mouvement dans un unique plan, en analytique en chaîne cinétique ouverte. Ces tests cherchent à se rapprocher du geste sportif afin d'être au plus proche de la réalité du terrain.

Les kinésithérapeutes du cabinet ont tenu compte de cela, et les tests effectués dans ce cabinet sont de deux types : isocinétiques et fonctionnels. Ces tests ont été mis en place à partir de novembre 2015 conjointement par les kinésithérapeutes du CKS Sauvegarde et des médecins du sport et chirurgiens de la Sauvegarde. Ils se sont appuyés sur la littérature et leur expérience personnelle afin de créer leur propre protocole de tests. Ils interviennent lors des différentes étapes de rééducation établies par les chirurgiens, donc à environ 3 mois, 4,5 mois et 6 mois. Ces délais post-opératoires peuvent varier suivant les patients, qui mettent plus ou moins de temps à récupérer de l'opération.

D'après les kinésithérapeutes du cabinet qui ont mis au point ce protocole, ces deux outils (tests isocinétiques et fonctionnels) rendraient possible conjointement une évaluation de la condition physique et des performances fonctionnelles en se rapprochant autant que possible des gestes sportifs (sauts, course, marche...). Ils permettraient d'isoler les déficiences musculaires, vérifier l'efficacité de la rééducation en cours et l'orienter afin de développer des programmes de rééducation et d'entraînements bien plus personnalisés axés sur ces déficiences et facteurs de risque rencontrés (à condition que les résultats de ces tests soient ensuite bien utilisés par les kinésithérapeutes respectifs des patients).

Les tests varient selon l'étape pour respecter les protocoles des chirurgiens, mis en place selon le temps de cicatrisation du greffon. Nous nous intéresserons dans ce mémoire à la troisième étape qui intervient à partir de 6 mois, et qui est celle qui donne ou non le feu vert pour commencer la réathlétisation voire la reprise du sport.

### 3. Tests isocinétiques

L'isocinétisme correspond à un mode de contraction musculaire volontaire dynamique dont la particularité est de se dérouler à vitesse constante grâce à une résistance auto-adaptée. Cette régulation de vitesse est assurée par un appareil externe, appelé « dynamomètre isocinétique ». (Duval et al., 2017) La fiabilité du dynamomètre isocinétique a déjà été décrite dans la littérature comme « excellente » (McGrath et al., 2017) : il permet une évaluation analytique fiable et reproductible de la force (au sens général) des groupes musculaires agonistes et antagonistes des articulations telles que le rachis, l'épaule, le coude, le poignet, le genou, la hanche et la cheville, en tout point du mouvement et à des vitesses de travail différentes. Il permet d'objectiver la puissance développée, la fatigue, le travail et l'efficacité maximale du muscle. Il peut être utilisé aussi bien pour le diagnostic, la prévention, le suivi et la rééducation. (Edouard & Degache, 2016). Ce principe isocinétique autorise le développement d'un moment de force maximale (MFM) sur toute l'amplitude du mouvement, contrairement au travail isométrique (Duval et al., 2017). La force musculaire est donc testée en dynamique, ce qui est plus proche du geste sportif que le travail isométrique.

Il a déjà été démontré que l'isocinétisme permet d'appréhender le risque de récurrence (Ben Moussa Zouita, Zouita, Dziri, Ben Salah, & Zehi, 2008; Kyritsis, Bahr, Landreau, Miladi, & Witvrouw, 2016). Le principal inconvénient de ces tests est qu'ils ne permettent pas d'apprécier la qualité globale du mouvement, notamment ils sont peu représentatifs d'un effort fonctionnel sportif.

#### 4. Tests fonctionnels (objectivés par l'Optogait et l'accéléromètre)

L'isocinétique est pratique car il s'agit de données objectives de la force d'un groupe musculaire. Cependant ce sont des données très analytiques en chaîne cinétique ouverte, et les capacités contractiles d'un groupe musculaire ne suffisent pas à établir la stabilité d'une articulation. Par exemple, on sait qu'une hanche mal contrôlée au niveau neuromusculaire est un facteur de risque important caractérisant les sujets victimes d'une rupture du LCA, et qu'une instabilité de hanche peut aussi être impliquée dans une rupture itérative de LCA (Hewett, Di Stasi, & Myer, 2013) ; or ce déficit ne peut pas être détecté lors des tests isocinétiques. Il convient donc d'avoir une compréhension plus globale des capacités du patient.

Ainsi, dans le cadre de l'évaluation fonctionnelle du genou, des tests fonctionnels ont été créés. Ces types de protocoles ont pour but d'« augmenter le contrôle neuromusculaire et biomécanique afin de pouvoir maintenir une bonne stabilité de l'articulation du genou » pour une reprise du sport sans danger : en effet ils sont plus représentatifs d'un mouvement dynamique tel qu'aurait pu le faire un athlète au cours de son sport (Xergia et al., 2015). Ils ont petit à petit été adoptés car ils sont rapides à exécuter, faciles à mettre en place et demandent pour la plupart peu de matériel. Enfin ils ont montré une grande fiabilité et reproductibilité (Gaunt & Curd, 2001) : par exemple la fidélité test-retest du saut vertical (countermovement jump = CMJ) montre un coefficient de corrélation supérieur à 0.95 (Gustavsson et al., 2006). Certains de ces tests peuvent même remplacer les tests isocinétiques pour évaluer les asymétries de force musculaire : en effet dans la littérature une corrélation a déjà été démontrée entre le single leg hop for distance et le pic de couple des extenseurs du genou en isocinétique (Xergia et al., 2015).

On retrouve décrits dans la littérature de nombreux tests : par exemple le side hop, le one-leg hop for distance, le triple hop, 6m-timed hop, vertical hop (ou counter movement jump), drop test, ski test, etc. Ils ont été étudiés séparément ou rassemblés en batteries de tests facilement applicables que l'on peut retrouver dans de nombreux articles. (Blakeney et al., 2018; Gustavsson et al., 2006; Schelin, Tengman, Ryden, & Häger, 2017; Xergia et al., 2015) Certains de ces tests ont été analysés séparément : ils ont pu être confrontés de nombreuses fois aux tests isocinétiques entre autres : il est par exemple suggéré dans l'étude de Xergia et al. que le LSI (Limb symmetry index, expliqué plus tard) du saut antérieur unipodal (single-limb hop test) est corrélé au LSI du pic de couple du quadriceps en isocinétique mais qu'on ne détecte pas d'asymétrie en matière de cinétique ou cinématique (Xergia et al, 2015). On rencontre beaucoup d'études qui ont montré une forte capacité à distinguer les performances de saut de la jambe atteinte de celles de la jambe non atteinte sur des sujets ayant subi une ligamentoplastie du LCA (Gustavsson et al., 2006; Schelin et al., 2017). L'étude de Gustavsson et al. en conclut donc que les single-leg hop tests (tests de saut sur une jambe) pourraient être intéressants pour essayer de prédire quels patients auront des risques d'instabilité du genou après une rupture de LCA. D'autres auteurs en arrivent au même constat (Thomeé et al., 2011). Ils pourraient donc aider à décider quand les athlètes peuvent reprendre leur sport avec le moins de risque possible après rupture ou ligamentoplastie du LCA (Gustavsson et al., 2006). Il serait donc intéressant de vérifier si ces tests fonctionnels peuvent être réellement prédictifs de l'avenir du genou à long terme, et notamment du risque de récurrence.

Les tests fonctionnels du cabinet étudié utilisent un système de détection optique et un accéléromètre, et ont été mis en place à partir de novembre 2015. Le système de détection optique utilisé est un dispositif qui permet une analyse des mouvements, principalement de la marche et de la course, mais pouvant être utilisé pour des mouvements plus complexes tels que les sauts, les prises d'appuis ... Il utilise des caméras et des capteurs reliés à un logiciel d'analyse. C'est un moyen intéressant pour quantifier des performances et définir des objectifs spécifiques à la reprise du sport (Arden et al., 2016). C'est un équipement à haute précision qui permet d'objectiver la biomécanique lors des tests fonctionnels (Xergia et al., 2015). Les tests fonctionnels effectués à 6 mois au CKS Sauvegarde sont les suivants :

- o Le test d'appui unipodal genou semi-fléchi et de flexion dynamique maximale unipodale en charge du genou du sujet, autrement dit squat maximal unipodal : le sujet doit se mettre en appui sur le membre inférieur à tester, fléchir le genou au maximum puis le retendre totalement sans mettre le pied opposé à terre. Le test est effectué avec les mains sur les hanches pour supprimer la compensation des membres supérieurs. Le sujet a trois essais, le meilleur est retenu. La variable étudiée est la flexion maximale du genou.
  
- o Test de saut unipodal (unipodal counter movement jump UCMJ) : le départ du saut s'effectue en position debout. Il est effectué avec les mains sur les hanches pour supprimer la compensation des membres supérieurs. En appui sur le membre à tester, le sujet effectue un contre-mouvement vers le bas, donc une flexion rapide du membre inférieur en charge, immédiatement suivi d'une extension complète du membre inférieur en charge. Le sujet doit tenter de sauter le plus haut possible, en se réceptionnant et se stabilisant sans poser le pied controlatéral. Le sujet a 3 essais, la meilleure valeur est retenue. Les variables étudiées sont le temps de contact au sol de prise d'appui et la puissance verticale développée.
  
- o Stiffness test : le départ du saut s'effectue en position debout. Il est effectué avec les mains sur les hanches pour supprimer la compensation des membres supérieurs. En appui sur le membre à tester, le sujet doit effectuer 20 sauts sur la pointe du pied avec le genou le plus tendu possible. Il permet d'évaluer les capacités athlétiques du mollet. Les variables étudiées sont la puissance développée par le mollet durant ces sauts et le temps de contact au sol.
  
- o Y balance test : le patient est positionné sur la plateforme destinée au pied, testé avec les orteils juste derrière la ligne rouge. Pendant qu'il maintient un équilibre unipodal, le patient doit atteindre et pousser les repères de mesure dans chacune des 3 dimensions antérieure, postéro-latérale et postéro-médiale avec sa jambe libre le plus loin possible, sans toucher le sol ni s'appuyer sur le repère, puis revenir à la position de départ. Il a 3 essais, on retient le meilleur résultat. Après avoir effectué le test sur la jambe saine on fait la même chose sur la pathologique. Ce test permet d'apprécier la qualité proprioceptive du genou. Les variables étudiées sont les différences de distance mesurées entre le MI opéré et non opéré dans les différentes directions, et la comparaison des résultats avec les abaques en fonction de la longueur de jambe.

- o Saut antérieur unipodal : sans élan le patient doit, en appui sur le MI étudié, chercher à aller le plus loin possible le long du mètre tendu par terre, en se réceptionnant et se stabilisant avec la même jambe sans poser le pied controlatéral. La variable relevée est la longueur du saut. Il a 3 essais, on retient le meilleur résultat. Après avoir effectué le test sur la jambe saine on fait la même chose sur la pathologique.
- o Dot Drill test : quatre repères sont disposés au sol, le sujet doit, en appui sur le MI étudié, sauter d'un repère à l'autre sans pause entre les sauts puis revenir. Ce test permet d'apprécier la stabilité du genou lors d'appuis avec changement de direction. La variable étudiée est le temps de contact au sol.
- o Drop-jump test : en appui unipodal sur le MI, le sujet doit partir d'une plateforme de 40 cm de hauteur, profiter de l'élan pour rebondir au sol et sauter à une hauteur maximale, en se réceptionnant et se stabilisant avec la même jambe sans poser le pied controlatéral. Ce test permet d'évaluer la réactivité après réception. Les variables observées sont la puissance développée et le temps de contact au sol. Ce test n'est effectué que si le patient s'en sent capable et sous condition que les autres tests aient globalement un déficit inférieur à 20%.

Rohman et al. ont remarqué l'absence d'études qui prouvent qu'il existe une corrélation entre les données recueillies sur les tests fonctionnels et le devenir des patients à long terme, que ce soit en terme de retour à la compétition ou de récurrence de rupture (Rohman, Steubs, & Tompkins, 2015). Il apparaît alors cohérent de faire des recherches allant en ce sens. Après consultation des kinésithérapeutes qui s'occupent de ces tests fonctionnels, la décision a été prise de ne se focaliser que sur certains d'entre eux. Donc sur ces nombreux tests effectués lors de l'évaluation des 6 mois, j'ai choisi de n'en retenir que deux, dont les données sont assez faciles à traiter, qui sont assez représentatifs de la stabilité du genou et qui incluent moins de compensations du reste du corps : le test de flexion maximale unipodale et le Unipodal Countermovement Jump (UCMJ).

Nous avons décrit tous ces tests même si nous n'en utiliserons qu'une partie afin de montrer qu'ils sont analogues à ceux retrouvés dans la littérature et parce que d'autres études pourront reprendre ce travail pour mener des recherches similaires sur les autres tests utilisés par le CKS Sauvegarde.

## 5. Ligament croisé antérieur et pivot central

Ces différents tests ont donc été mis en place dans le cadre de la rééducation après opération du ligament croisé antérieur. « Les deux ligaments croisés, antérieur (LCA) et postérieur (LCP), ont près de 1 cm de section. Ce sont des ligaments très puissants : un LCA peu résistant peut supporter cependant des forces de l'ordre de 1 070 N. » (Dufour & Pillu, 2007). Ils correspondent au pivot central du genou. « Les ligaments croisés antérieur et postérieur sont des ligaments de la région intercondyalaire du genou. Ils sont extrasynoviaux, mais intracapsulaires. Le ligament croisé antérieur naît sur le versant antérieur de l'aire intercondyalaire antérieure. Presque horizontal, il se dirige obliquement en haut, en arrière et latéralement. Il se termine sur la partie postérieure de la face axiale du condyle latéral du fémur. Ils sont croisés entre eux dans les plans frontal et sagittal. » (Kamina, 2009). Dans le plan transversal, ils ne se croisent que lors de la rotation médiale du tibia sous le fémur, et c'est l'entrecroisement des deux ligaments qui vient bloquer le mouvement. Ces ligaments sont enroulés, torsadés en différents faisceaux de fibres, à la manière d'un câble d'acier, ce qui leur permet de garder la même longueur, de rester constamment tendus quel que soit l'angle de flexion/extension, ce qui est un élément important de la cinétique du genou que le chirurgien doit impérativement restaurer lors de la plastie de ces ligaments.

Le ligament croisé antérieur a également une place considérable dans la proprioception du genou, dont une lésion peut affecter la stabilité. Il passe du fait de son trajet très près du fond de la fosse intercondyalaire, dont il est le plus proche lors de l'hyperextension de genou (Dufour & Pillu, 2007). Le LCA et le LCP croisent respectivement le ligament collatéral fibulaire et le collatéral tibial, ce qui renforce la cohérence de l'action anti-tiroir. Ces croisés jouent donc un rôle de guidage passif dans les déplacements de l'articulation fémoro-tibiale, en empêchant les translations antérieure et postérieure.

Le LCA retient le quadriceps (Q) dans son action de tiroir antérieur, et le LCP retient les ischio-jambiers (IJ) dans leur action de tiroir postérieur (Dufour & Pillu, 2007).

On retrouve ainsi les différents mécanismes qui peuvent léser ce LCA : le mouvement d'hyperextension (typique du shoot dans le vide au football) qui vient écraser le LCA dans la fosse intercondylaire, la rotation interne du genou qui est limitée par l'entrecroisement des croisés (le LCA est généralement le plus faible des deux), et enfin le tiroir antérieur provoqué par la contraction du Q s'il n'est pas retenu par les IJ.

## 6. Ligamentoplastie

Chaque année en France, environ 32 500 ligamentoplasties de LCA sont réalisées. Le sport est un grand pourvoyeur de ruptures du ligament croisé antérieur. Ainsi, la chirurgie de ligamentoplastie du LCA est principalement destinée aux patients jeunes, sportifs, et/ou qui ont besoin d'une bonne stabilité du genou dans leurs activités quotidiennes et/ou professionnelles (Duthon, Messerli, & Menetrey, 2008). Cette reconstruction consiste à remplacer le LCA rompu soit par un tendon d'un autre muscle prélevé directement sur le patient (autogreffe) soit par un tendon obtenu dans une banque d'organes (allogreffe, cette technique est beaucoup moins utilisée en France et en Europe qu'aux Etats-Unis). Il existe plusieurs types de ligamentoplasties, dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-joint (tableau 1) (Duthon et al., 2008).

Tableau I : les différentes ligamentoplasties du LCA pratiquées

	Avantages	Inconvénients	Propriétés
Tendon rotulien (technique de Kenneth-Jones)	-Excellente résistance -Intégration os-os	-Douleurs antérieures -cicatrice	-Résistance 2900N -Rigidité 685N/mm
Tendon quadricipital	-Excellente résistance -Intégration hybride os-os et os-tendon	-Douleurs antérieures	-Résistance 2900N -Rigidité 685N/mm
Tendons ischio-jambiers (DIDT ou DT4)	-Morbidity faible au site de prélèvement	-Intégration os-tendon	-Résistance 4090N -Rigidité 776N/mm
Allogreffes	-pas de prélèvement sur le patient	-Risque de transmission de maladie	-dépendant de la qualité du greffon

Globalement, les techniques les plus utilisées sont celles avec tendon rotulien et tendons des ischio-jambiers (Duthon et al., 2008).

D'après le docteur Dejour, chirurgien orthopédiste de la Clinique de la Sauvegarde, un greffon de ligament croisé est complètement vascularisé et cicatrisé au bout de deux ans post-opératoires. Nous prendrons donc ce délai minimum comme pierre d'angle de notre étude pour déterminer l'état du genou à long terme une fois le ligament complètement cicatrisé.

## 7. Retour au sport après ligamentoplastie et récurrence

Miyasaka et al., dans une étude portant sur 2 547 ruptures du croisé antérieur, montrent qu'au moins 65 % des ruptures du LCA sont directement imputables au sport, d'après la HAS. On constate une incidence de 85 ruptures de LCA pour 100 000 personnes chaque année, la plupart du temps sur une blessure sans contact, et elles touchent plus fréquemment une population adolescente féminine. C'est la première cause de blessure sérieuse au football (Arden et al., 2016).

On dénombre aux Etats-Unis environ 200 000 ruptures du LCA par an et on évalue l'incidence des reconstructions du LCA à 1/2000 habitants (Duthon et al., 2008). Par exemple, l'accidentologie des sports d'hiver saison 2017-2018 d'après l'association des médecins de montagne (MDEM) fait état de 131 409 blessés en 2017, dont 27% ont une entorse du genou, et plus spécifiquement 13% ont eu une rupture de LCA. Chez les femmes adultes (plus de 25 ans), l'entorse du genou représente près de la moitié des diagnostics, et les ruptures du LCA 28 % en ski alpin.

Moins d'un sportif sur deux reprend la compétition après une première ligamentoplastie de LCA (Hewett et al., 2013; Thomeé et al., 2011), seulement 43 à 63% retrouvent leur niveau d'avant blessure (Rohman et al., 2015; Thomeé et al., 2011) et 65% reprennent leur sport initial. Environ 80% reprennent une activité sportive régulière (Thomeé et al., 2011). On sait que moins de personnes reprennent leur sport après une récurrence de ligamentoplastie qu'après une première opération de LCA. (Ardern et al., 2016). Le retour au sport après rupture partielle ou totale intervient après un délai qui est très variable, mais globalement très peu de blessés récupèrent leur niveau moins d'un an après la blessure (Ardern et al., 2016), et seulement 33% de patients reprennent la compétition à un an de l'opération (Rohman et al., 2015). Or il est indiqué dans la littérature que la qualité de vie après ligamentoplastie est fortement corrélée avec la capacité de retour au sport (McGrath et al., 2017). On peut donc en déduire que le retour au sport est un élément déterminant de la récupération après opération. Il est donc logique d'en prendre connaissance grâce au score IKDC-SKF (voir ci-après).

De nombreux facteurs entrent en compte dans le délai de retour au sport après opération ou rupture du LCA : la raison la plus commune est la peur de récurrence qui freine voire empêche la reprise de l'activité physique (Thomeé et al., 2011) ; de nombreuses recherches ont été faites à ce sujet, avec des échelles spécialisées qui ont été développées comme l'ACL-RSI.

Des études démontrent par l'utilisation de tests l'importance de la préparation physique avant opération : plus la condition physique en force et stabilité du genou du sujet sera bonne avant opération, plus le temps de rééducation/réathlétisation sera court et de meilleure qualité (McGrath et al., 2017). On sait également que la force développée par le quadriceps est fortement corrélée à la possibilité de retour au sport (Hewett et al., 2013; McGrath et al., 2017), et que les déficiences neuromusculaires sont prédictives d'une rupture itérative du LCA (Hewett et al., 2013). De plus, les ischio-jambiers sont protecteurs du LCA. Il convient donc de vérifier par l'isocinétisme si on a un bon score pour le quadriceps et les ischio-jambiers.

Des études ont démontré que le risque de récurrence de rupture du LCA après reprise du sport va de 6 à 25% et que le risque de rupture du côté controlatéral va de 2% à 20,5% (Kyritsis et al., 2016). Ces proportions, bien que très larges semblent très élevées ; or la rééducation est fortement corrélée à la symétrie (musculaire, fonctionnelle) des membres inférieurs, qui chez de nombreux sportifs est inférieure aux normes recommandées. Il apparaît alors évident que de nombreux patients ne réalisent pas la rééducation nécessaire pour remédier aux différents déficits musculaires et fonctionnels considérés comme à risque, et sont autorisés à reprendre le sport (ou y retournent d'eux-mêmes) sans évaluation ni directives supplémentaires (Ebert et al., 2017). Il convient donc de mettre au point, tester et valider scientifiquement des tests simples, reproductibles, afin qu'un maximum de praticiens puisse les utiliser sur la plus grande part possible de la population concernée afin de limiter le risque de rupture itérative du LCA.

## 8. IKDC-SKF= International Knee Documentation Committee – Subjective Knee Form

Arden et al déclarent que des données cohérentes basées sur des questionnaires standardisés validés qui prennent en compte le point de vue du patient (en anglais PROM : patient-reported outcome mesures, comme l'IKDC-SKF), utilisés pendant la rééducation permettraient d'identifier les patients à risque, et donc de cibler davantage les facteurs de risque identifiés, pour aboutir à de meilleurs résultats à long terme (Arden et al., 2016).

Or un comité d'experts du genou reconnus internationalement a cherché à former en 1987 un système de documentation international standardisé qui soit davantage centré sur le genou et non sur une pathologie spécifique (Webster, Feller, & Lambros, 2008). Revu de multiples fois, ce questionnaire a évolué pour donner finalement le formulaire final publié en 2001 et sur lequel notre étude est en partie fondée. L'IKDC (International Knee Documentation Committee) est constitué de multiples parties, dont celle que nous retiendrons est l'IKDC-SKF (Subjective Knee Form), qui est le plus fréquemment utilisé dans la littérature. Avec ce formulaire les experts voulaient développer un questionnaire en une page, qui inclue uniquement les critères essentiels reproductibles nécessaires à l'évaluation des résultats, et qui soit assez simple pour être utilisé par n'importe quel praticien. Cet IKDC-SKF est donc un instrument de mesure dédié au genou qui est constitué d'une liste de 18 éléments qui permettent une mesure des symptômes, de la fonction et de l'activité sportive (Grevnerts, Terwee, & Kvist, 2015; Tanner, Dainty, Marx, & Kirkley, 2007; Webster et al., 2008). Il est adapté pour des patients avec des pathologies diverses au genou, il inclut en particulier les traumatismes ligamentaires et méniscaux qui nous intéressent (Tanner et al., 2007). Ce formulaire a une très bonne fiabilité test-retest de 0,94 avec un intervalle de confiance à 95% de +/- 9 points (sur 100 points totaux, comme précisé par la suite) (Grevnerts et al., 2015; Webster et al., 2008). Il possède également une bonne validité interne de contenu et de structure, compréhensibilité et sensibilité (Grevnerts et al., 2015) et des critères cliniques pertinents concernant la douleur, les symptômes, la fonction et l'activité sportive (Higgins et al., 2007; Irrgang et al., 2006). Une étude de cohorte a confronté les principaux instruments de mesure spécifiques au genou existants.

De ces onze outils, deux questionnaires dont l'IKDC-SKF avaient les scores les plus favorables et ont été déterminés comme contenant les points ou questions les plus importants pour les patients (Tanner et al., 2007).

Ces 18 éléments constituant l'IKDC-SKF une fois traités nous donnent un score total allant de 0 à 100, où 100 est le meilleur score et où le patient est considéré comme n'ayant aucune déficience, aucune limitation d'activité et aucune restriction de participation dans toutes ses activités.

## 9. LSI= Limb Symmetry Index

Des études mettent en évidence qu'une bonne symétrie entre les deux membres apparaît comme indispensable avant la reprise du sport pour optimiser les performances et réduire le risque de récurrence (Hewett et al., 2013). Ce critère, qui est le plus fréquemment cité dans les articles scientifiques pour déterminer l'anormalité de score de tests de sauts permet justement d'établir des asymétries de performance entre deux membres. Il s'agit du ratio entre le membre inférieur atteint et le membre non atteint (Augustsson et al., 2004; Gaunt & Curd, 2001; Gustavsson et al., 2006; McGrath et al., 2017; Xergia et al., 2015). On l'a appelé Limb symmetry Index : la véritable définition correspond au ratio du score du membre touché sur le score du membre sain en pourcentage ( $LSI = \text{Score atteint} / \text{score sain} \times 100$ ). (Gaunt & Curd, 2001; Gustavsson et al., 2006) Nous utiliserons donc cet outil afin de pouvoir uniformiser nos données de tests en les convertissant en pourcentages et les comparer.

Il est assumé dans certains articles que les caractéristiques anthropométriques et démographiques comme l'âge, le sexe, la nationalité n'influencent pas les résultats du LSI dans des tests fonctionnels (Gaunt & Curd, 2001).

« Cliniquement, pour un individu avec une blessure au membre inférieur, cela permet au LSI de l'individu d'être comparé à un critère de performance établi pour aider à déterminer la performance relative fonctionnelle d'un membre pathologique, la pertinence d'un retour au sport ou d'une fin de prise en charge, sans avoir besoin de comparer à des groupes homogènes suivant le sexe, l'âge, etc » (Gaunt & Curd, 2001).

Des études indiquent que les capacités du membre sain augmentent aussi pendant la rééducation dans de nombreux tests fonctionnels (Rohman et al., 2015). Une augmentation du LSI correspondrait donc bien à une meilleure amélioration des performances du membre opéré et pas à une diminution des capacités du membre non opéré. On peut en conclure qu'il s'agit d'un bon moyen de comparaison pour évaluer le membre pathologique, son amélioration des capacités fonctionnelles et son avancée dans la rééducation (Rohman et al., 2015). Cependant il peut cacher une déficience bilatérale dans les tests car il compare des performances relatives entre les deux jambes. En interprétant les résultats il faut donc faire attention à ce qu'il n'y ait pas eu de blessure ou d'antécédent pouvant impacter sur la fonctionnalité du membre inférieur controlatéral (Gaunt & Curd, 2001).

## 10. Problématique

Il est indiqué dans la littérature que l'incidence de rupture itérative est plus grande que l'incidence d'une première rupture (Hewett et al., 2013). Il est donc nécessaire de contrôler après opération les différentes qualités nécessaires au genou pour éviter cette rupture secondaire. Bien que de bons résultats aux tests aient été associés à une réduction du risque de récurrence après reprise au sport, peu d'études se sont interrogées sur les tests qui spécifiquement sont les plus intéressants pour maximiser le potentiel de retour au sport. (McGrath et al., 2017). Certains auteurs conseillent d'ailleurs de mener des recherches plus approfondies pour déterminer l'utilité clinique des batteries de tests fonctionnels existants pour définir le meilleur moment pour une reprise avec le moins de danger possible d'un sport à haut risque pour le greffon (Leister et al., 2017).

C'est également une question que nous avons pu nous poser en tant que patient et thérapeute lors de nos passages au cabinet de kinésithérapie du sport. Nous avons donc décidé conjointement avec les kinésithérapeutes du CKS Sauvegarde de nous focaliser sur les tests moins reconnus mais pourtant avec un bon potentiel afin de déterminer leur efficacité, donc sur le squat unipodal et le countermovement jump.

De nombreuses recherches ont montré auparavant la relation entre la force musculaire du genou (objectivée par les tests isocinétiques) et certains tests de saut, comme les tests de saut de distance. Quelques petites études ont suggéré dans la littérature qu'une corrélation existe entre l'évaluation isocinétique et le test de détente verticale (Fabri et al., 2016; Laudner et al., 2015), mais jamais en les comparant à un score de questionnaire IKDC-SKF, ni en les rapportant au risque de récurrence. Investir des recherches en ce sens permettrait de connaître la logique prédictive de ces tests sur le risque de récurrence.

Nous analyserons ces tests, dans le cadre du protocole de rééducation mis en place au CKS Sauvegarde, après une reconstruction du ligament croisé antérieur, en analysant s'ils peuvent être prédictifs du risque de récurrence, qui n'a pas été encore étudié comme critère principal dans l'analyse de ces tests isocinétiques et fonctionnels spécifiques. Nous les comparerons également à l'état du genou à au moins deux ans de l'opération (objectivé par les réponses des patients à l'IKDC-SKF), car c'est à ce délai que nous considérerons que le greffon est complètement vascularisé et cicatrisé, et donc que son état est stable.

Mes questionnements de départ étaient les suivants : ces techniques sont-elles réellement efficaces pour axer notre rééducation sur les bonnes déficiences ? Permettent-elles vraiment d'éviter un risque de récurrence, une reprise du sport plus précoce, globalement d'apprécier l'état du genou à distance de l'opération, lorsque le néo-ligament est théoriquement retourné à un état équivalent au ligament antérieur à l'opération ? Quelle technique est la plus efficace pour prédire les suites à distance de l'opération ?

Ma question de recherche est donc : Quels tests entre les tests fonctionnels et les tests isocinétiques (en appliquant un LSI>90%) sont les plus prédictifs du risque de récurrence et de l'état du genou à plus de 2 ans post-opératoires ?

L'hypothèse principale est que les tests fonctionnels sont plus significatifs que les tests isocinétiques pour prédire les récurrences. Les hypothèses secondaires sont que les tests fonctionnels sont plus significatifs que les tests isocinétiques pour prédire l'état du genou à plus de deux ans post-opératoires, déterminé par l'IKDC-SF, et que les tests isocinétiques et fonctionnels ont une bonne sensibilité et spécificité pour prédire à l'état du genou d'après l'IKDC-SF.

## II. Méthode

### 1. Population

#### 1.1. Identification

La plupart des ruptures de LCA se produisent lors d'une activité physique. Il convient donc de se focaliser sur une population qui fait régulièrement du sport. D'un point de vue pratique, il est donc logique de se tourner vers une base de données dont nous savons que ce type de population sera le plus important. De plus, il sera plus facile de quantifier la récupération chez des sportifs qui faisaient avant opération une activité physique régulière. En ciblant ainsi ce type de population nous aurons besoin de moins de sujets à inclure pour avoir des données significatives.

Les sujets sont recrutés à partir de la base de données recueillies par les masseurs kinésithérapeutes du CKS de la Sauvegarde, lors des tests isocinétiques et fonctionnels menés sur demande de chirurgiens et médecins du sport.

Ces sujets recrutés sont recontactés afin de leur soumettre les questionnaires joints en annexe, donc l'IKDC-SKF ainsi que le formulaire de consentement d'utilisation des données.

#### 1.2. Critères d'inclusion

Les patients retenus pour cette étude auront entre 18 et 50 ans, seront des sportifs réguliers (2 à 3 fois par semaine), intensifs (4 à 5 fois par semaine) ou professionnels (pratique sportive journalière). Ils auront été opérés d'une ligamentoplastie primaire du LCA (ligament croisé antérieur). En effet cette étude concerne la prévention tertiaire qui concerne la récurrence de blessure.

La chirurgie aura été effectuée par DIDT (ligament reformé à partir du droit interne et demi-tendineux), DT4 (ligament reformé à partir du demi tendineux) ou KJ (technique de Kenneth-Jones, ligament reformé à partir du tendon rotulien), avec ou sans ménisque impliqué, avec ou sans renfort latéral de type Lemaire. En effet on constate dans la bibliographie qu'il y aurait peu voire pas de différence entre les différentes techniques d'autogreffe, hormis que la technique de KJ occasionnerait davantage de douleurs antérieures et que le greffon en DIDT pourrait avoir davantage de laxité que celui en KJ mais sans avoir de différence statistiquement significative (Duthon et al., 2008; Laboute et al., 2010). Il n'y aurait donc pas d'influence significative de la fréquence de rupture itérative en fonction de la technique utilisée, ni pour le délai de récurrence, l'âge ou le sexe, pas de différence non plus pour le délai de reprise de compétition. Il y aurait simplement une tendance à la récurrence plus fréquente pour le DIDT sans différence significative (Laboute et al., 2010). Ainsi, en tenant compte de ces différentes remarques et dans le but d'augmenter l'effectif dans notre échantillon pour avoir une puissance plus importante, nous incluons les sujets sans tenir compte de la technique utilisée.

Pour plus de simplicité nous nous limiterons aux patients opérés au cours de l'année de l'année 2016 venus passer ces tests au CKS ; si l'étude doit inclure davantage de sujets pour obtenir un effectif plus important afin d'augmenter la puissance statistique, nous ne garderons que ceux qui auront plus de 2 ans entre la date de leur opération et l'envoi des questionnaires IKDC-SKF.

Ces patients auront passé les tests fonctionnels et isocinétiques de niveau 3 (selon les modalités décrites dans les parties « procédure des tests isocinétiques » et « procédure des tests fonctionnels ») entre 6 et 10 mois. Ils auront donc tous effectué leurs différents tests au CKS Sauvegarde. Leur accord d'utilisation des données sera demandé lors de l'envoi du questionnaire par le biais d'un formulaire de consentement éclairé joint au dossier.

### 1.3. Critères de non-inclusion

Les sportifs occasionnels ou sédentaires (moins de deux fois par semaine) ne seront pas inclus. De plus, la rupture de LCA pour laquelle ils ont été opérés en 2016 devra être une rupture primaire du ligament, et ils ne devront pas avoir d'antécédent de traumatisme au genou controlatéral handicapant les capacités fonctionnelles de ce genou. Les sujets n'ayant pas passé leurs tests à la Sauvegarde ne seront logiquement pas inclus dans l'étude.

### 1.4. Critères d'exclusion

Les sujets dont les données des tests ou des questionnaires sont incomplètes ou qui seront sortis de l'étude en ne répondant pas au questionnaire et au formulaire de consentement seront exclus de l'étude.

### 1.5. Taille de l'échantillon

En se basant sur les estimations des kinésithérapeutes qui ont fait passer ces différents tests, plus de quatre cents patients sont venus au CKS Sauvegarde faire évaluer leurs capacités pour le troisième niveau, seulement deux cents cinquante environ seraient des sportifs au moins réguliers, et seulement cent cinquante répondront complètement aux différents critères précités. La taille de l'échantillon dépendra ensuite du nombre de sujets parmi ceux restants qui répondront correctement au questionnaire qui leur sera envoyé.

### 1.6. Recrutement

Les dossiers des patients opérés en 2016 seront analysés en amont de l'étude afin de choisir les sujets qui entrent dans les critères de l'étude, puis le questionnaire sera envoyé, accompagné du formulaire de consentement éclairé (tous deux ci-joints en annexes).

Il sera demandé au patient de fournir un diagnostic médical dans le cas où ils ont eu récurrence de rupture. Nous attendrons le retour positif du formulaire avant de commencer à traiter les données des patients.

Pour rendre le renseignement du formulaire plus simple pour les sujets, nous pouvons établir un questionnaire en ligne.

## 2. Critères de jugement

Le critère de jugement principal est la récurrence de rupture du LCA. Le critère de jugement secondaire est l'état du genou à plus de deux ans post-opératoires. Ces deux critères seront objectivés par le LSI des deux tests étudiés pour les tests fonctionnels (les variables sont la flexion du genou pour le squat unipodal, et la puissance développée lors du saut pour le UCMJ), par le LSI des deux variables étudiées pour les tests isocinétiques (pic de couple du Q et pic de couple des IJ), et par le score calculé pour le questionnaire IKDC-SKF.

## 3. Choix du seuil pour le LSI

Des tests ont déterminé que le ratio « normal » chez des sujets sains serait supérieur ou égal à 85 ou 90% : Fitzgerald et al ont décrit un « schéma de prise de décision pour des patients avec rupture de LCA qui retournent à un haut niveau d'activité physique », et les patients qui retournaient à leur niveau antérieur avec succès avaient en moyenne un score de 95%, alors que ceux qui échouaient avaient une moyenne de score de 85%.(Gustavsson et al., 2006; McGrath et al., 2017; Rohman et al., 2015) Une récente méta-analyse a déterminé qu'on retrouvait un LSI entre 94.6% et 99.6% dans les tests fonctionnels communément utilisés, en moyenne chez le sujet sain actif (McGrath et al., 2017). « La validation de reprise du sport est à l'appréciation du chirurgien mais requiert généralement une performance avec un LSI>90% pour tous les tests [...] pour reprendre les activités sportives. » (Rohman et al., 2015).

Il paraît donc raisonnable de choisir dans cette étude un seuil de LSI de 90% afin de comparer la sensibilité et la spécificité de nos tests lors de l'utilisation de l'IKDC-SKF, car même si une relation définitive n'a pas été trouvée entre le LSI et la tendance à la blessure lors d'un sport, un déficit de 10% ou plus peut montrer une réelle différence dans les capacités fonctionnelles (Augustsson et al., 2004).

#### 4. Choix du seuil pour l'IKDC-SKF

Le problème avec ce questionnaire était qu'il nous fallait une variable qualitative dichotomique pour pouvoir étudier plus facilement nos résultats obtenus aux tests, comparés aux scores obtenus à l'IKDC-SKF. Des seuils pour ce questionnaire ont été plus ou moins arbitrairement utilisés par exemple dans l'étude de Condouret et al., fixé à 90/100 pour ce PROM (Condouret et al., 2008). Or une étude a été menée par Muller et al. sur des sujets de 1 à 5 ans après opération primaire du LCA sur des PROMs, et notamment sur l'IKDC-SKF (Muller et al., 2016). Le but de cette étude (de niveau de preuve 2) était de définir un seuil pour lequel les patients avaient de bonnes sensations avec leur genou, autrement dit le « seuil de PASS » (« patient acceptable symptom state », traduit littéralement par un « état acceptable des symptômes pour le patient »). Pour définir ce seuil, les auteurs ont posé cette question : « Taking into account all the activity you have during your daily life, your level of pain, and also your activity limitations and participation restrictions, do you consider the current state of your knee satisfactory ? », soit : « En prenant en compte toutes les activités que vous avez au cours de votre vie quotidienne, votre douleur, vos limitations d'activités et vos restrictions de participation, trouvez-vous satisfaisant l'état actuel de votre genou ? ». 251 patients ont pris part à cette étude, avec une période après opération de 3,4 +/- 1,3. Après analyse, un seuil de 75,9/100 a été calculé, avec une bonne sensibilité (0,83) et une très bonne spécificité (0,96). Nous avons donc décidé d'utiliser cette valeur (75,9/100) pour traiter nos données afin d'être au plus proche de la réalité, en gardant à l'esprit que le principal biais dans ce calcul sera la sensibilité et la spécificité qui ne sont pas parfaits.

## 5. Procédure des tests isocinétiques

Les données ont été collectées lors des différents tests effectués au cours des tests de niveau 3, entre 6 mois et 10 mois après l'opération. Ceux-ci ont tous été effectués au même endroit et par les deux mêmes examinateurs. Le protocole isocinétique effectué est analogue à des études auparavant menées (Condouret et al., 2008; Duval et al., 2017). Les patients ont pour instructions de porter des vêtements confortables et leurs propres chaussures de sport. On procède aux réglages en alignant l'axe du système avec celui de rotation articulaire du genou. Le contre-appui distal est disposé au tiers inférieur du tibia, avec un appui également proximal pour éviter le tiroir antérieur. Des butées mécaniques sont placées à 0° d'extension et 100° de flexion pour apporter une sécurité supplémentaire au genou du patient. Le poids de l'entité jambe/bras de levier est calculé afin d'adapter automatiquement la résistance en fonction de cette charge. Lors du test, le patient ne voit pas le feedback sur l'écran pour éviter d'influencer le résultat. Le type d'exercice de contraction musculaire est chaque fois expliqué avant test, et les patients sont encouragés oralement par le kinésithérapeute. Le patient est sanglé aux cuisses mais pas au thorax pour éviter une compensation non visible, et doit s'aider des poignées disponibles latéralement. Un logiciel informatique calcule les moments de force maximaux (MFM). Un échauffement de 10 min sur vélo d'intérieur/stationnaire est effectué, puis sur l'appareil isocinétique à environ 60% du moment de force maximal à 240°/s et 90°/s en concentrique pour les IJ et les Q, et à 30°/s en excentrique seulement pour les IJ avant les tests proprement dits. On teste les IJ et Q en concentrique en demandant une contraction maximale à 240°/s sur 15 répétitions, puis à 90°/s sur 3 répétitions, puis seulement les IJ en excentrique à 30°/s sur 3 répétitions.

Nous cherchons à déterminer l'explosivité musculaire lors d'une activité sportive, qui permettrait ainsi de freiner voire arrêter le mouvement afin d'empêcher la blessure. Le paramètre retenu devra donc correspondre à la puissance maximale développée par les groupes musculaires à grande vitesse sur un mouvement (Condouret et al., 2008). Nous avons donc choisi d'utiliser les valeurs de pic de couple à 240°/s des IJ et du Q.

D'autres recherches analogues pourront s'intéresser de la même manière sur le même échantillon aux autres paramètres, tels que l'endurance ou la vitesse de mise en œuvre du mouvement en prenant le travail total, mais nous avons préféré nous focaliser sur cette unique composante afin d'être le plus précis possible et ne pas confondre les différents éléments.

## 6. Procédure des tests fonctionnels

Pour le test de squat maximal unipodal, seuls la caméra et le logiciel d'analyse sont utilisés pour objectiver la flexion obtenue. L'accéléromètre mesure l'accélération linéaire du sujet, il permet donc d'objectiver la puissance en W/kg en fonction du poids précédemment ajouté du patient lors du CMJ. Cela permet ainsi de contourner la limite décrite par Morin et al. qui démontre dans une récente étude que la simple hauteur de saut n'est pas suffisante pour déterminer la puissance maximale développée par un sujet (Morin, Jiménez-Reyes, Brughelli, & Samozino, 2019).

Des études ont déjà démontré qu'une mauvaise qualité de saut pendant le CMJ est corrélée à un niveau sportif inférieur au niveau d'avant blessure, et cela pourrait provoquer une compensation du membre sain ou une compensation autre de la jambe pathologique (McGrath et al., 2017) et donc aboutir à une nouvelle blessure. D'autres articles suggèrent également que le CMJ est à privilégier pour déterminer la récupération fonctionnelle et autoriser le retour au sport après ligamentoplastie. (Fabri et al., 2016; Logerstedt et al., 2010). De plus ce test a montré une bonne reproductibilité (« test-retest reliability ») (Hildebrandt et al., 2015).

Le single leg squat est également évoqué comme un test très utile pour déterminer la qualité de stabilité du genou. Il a déjà été démontré comme valeur prédictive des capacités physiques subjectives à plus de deux ans post-opératoires (mesuré par l'IKDC-SKF), et pourrait avoir une valeur importante dans un protocole de tests fonctionnels (Rohman et al., 2015).

Les tests ont été effectués comme ils sont communément décrits dans la littérature (Gustavsson et al., 2006). Pour les tests qui nous intéressent celle-ci n'a pas trouvé de différence entre les membres inférieurs due à la dominance d'une des jambes, on n'a donc pas tenu compte de la latéralité des membres. (McGrath et al., 2017) Les tests sont effectués en comparatif du côté sain puis du côté opéré.

- Le test d'appui unipodal genou semi-fléchi et de flexion dynamique maximale unipodale en charge du genou du sujet, autrement dit squat maximal unipodal : le sujet doit se mettre en appui sur le membre inférieur à tester, fléchir le genou au maximum de ses capacités sans douleur puis le retendre totalement sans mettre le pied opposé à terre. Le test est effectué avec les mains sur les hanches pour supprimer la compensation des membres supérieurs. Le sujet a trois essais, la meilleure mesure est retenue. La variable étudiée est la flexion maximale du genou.



Figure 1 : test de squat maximal unipodal

- Test de saut unipodal vertical (unipodal countermovement jump UCMJ) : le départ du saut s'effectue en position debout. Il est effectué avec les mains sur les hanches pour supprimer la compensation des membres supérieurs. En appui sur le membre à tester, le sujet effectue rapidement un contre-mouvement vers le bas en descendant autant qu'il le souhaite, donc une flexion du membre inférieur en charge, immédiatement suivi d'une extension complète du membre inférieur en charge. Le sujet doit tenter de sauter le plus haut possible, en se réceptionnant avec la même jambe et se stabilisant sans poser le pied controlatéral. Le sujet a 3 essais, la meilleure valeur est retenue. La variable étudiée est la puissance développée lors du saut.



Figure 2 : test “unipedal countermovement jump”

## 7. Analyse statistique

Le critère de jugement principal correspond à la récurrence de rupture. Avant toute chose, sur un document Excel on entre toutes les données des patients des tests fonctionnels et isocinétiques. On repère grâce aux réponses des questionnaires quels sont les patients avec et sans récurrence. Puis on calcule les LSI de la flexion maximale du squat unipedal, de la puissance de l'UCMJ, du pic de couple d'extension (à 240°/s), et du pic de couple de flexion (à 240°/s). Pour chaque patient la moyenne des LSI des tests fonctionnels (LSI-TF) et la moyenne des LSI des tests isocinétiques (LSI-TI) est appréciée. Les moyennes et écarts-types sont calculés pour toutes les variables. On utilise ensuite le test du Chi-2 ( $\chi^2$ ) qui permet de comparer deux proportions dans des échantillons indépendants. Le critère de jugement étudié X est une variable qualitative dichotomique (récurrence : oui ou non).

La variable étudiée Y est une proportion (Le LSI correspond à un pourcentage). On confronte donc les LSI des tests fonctionnels pour les patients avec récurrence, aux LSI des tests fonctionnels pour les patients sans récurrence. On confronte également les LSI des tests isocinétiques pour les patients avec récurrence, aux LSI des tests isocinétiques pour les patients sans récurrence.

On a pour chacun de ces calculs une hypothèse nulle  $H_0$  (les résultats du test sans récurrence ne sont pas significativement différents aux résultats du test après récurrence au seuil de 5%) et une hypothèse alternative  $H_1$  (les résultats du test sans récurrence sont significativement différents aux résultats du test après récurrence au seuil de 5%). L'analyse se fera per protocole : les patients perdus de vue ou exclus ne seront pas inclus dans l'analyse statistique. On obtient ainsi pour chacun de ces calculs une p-value.

On peut également faire les mêmes calculs séparément pour chacun des tests (UCMJ, squat unipodal, puissance des IJ en isocinétique, puissance du Q en isocinétique) pour ensuite les comparer.

On s'intéresse ensuite à l'état du genou à plus de deux ans post-opératoires. Cette fois-ci on prendra l'ensemble des mesures de notre échantillon, indifféremment avec ou sans récurrence. On reprend les valeurs de LSI des différents tests précédemment calculés. Les moyennes et écarts-types sont calculés pour toutes les variables. On commence par faire le test de Student pour deux échantillons appariés avec les LSI des tests fonctionnels et isocinétiques pour objectiver que les deux tests ne donnent pas le même résultat sur la même population. Les variables étudiées sont des proportions (Le LSI correspond à un pourcentage). L'hypothèse nulle sera que les LSI des tests fonctionnels et des tests isocinétiques ne sont pas significativement différents au seuil de 5%. L'hypothèse  $H_1$  sera que les LSI des tests fonctionnels et des tests isocinétiques sont significativement différents au seuil de 5%. On obtiendra un p qui devra être  $<0,05$  parce que si les tests ne sont pas statistiquement différents, on ne peut pas utiliser les tests de sensibilité et spécificité.

Nous avons prouvé précédemment que le LSI à utiliser doit être supérieur à 90% et que le score obtenu à l'IKDC-SKF doit être supérieur à 75,9/100.

On se retrouve ainsi avec des données de ce type :

Tableau II : Résultats possibles lors de la mesure de la validité intrinsèque d'un test

	IKDC<75,9	IKDC>75,9	total
LSI<90	a	b	a+b
LSI>90	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	a+b+c+d

On peut calculer alors la sensibilité et la spécificité de chaque binôme de test. La sensibilité  $Se$  correspond à la probabilité que les tests isocinétiques soient positifs (ils indiquent que le patient est « à risque » : LSI-TI<90) si la pathologie est présente (le patient considère son état de genou comme gênant : IKDC<75,9) : cela correspond au calcul  $Se = a / (a+c)$ . La spécificité  $Sp$  correspond à la probabilité que les tests isocinétiques soient négatifs (ils indiquent que le patient n'est pas « à risque » : LSI-TI>90) si la pathologie n'est pas présente (le patient considère son état de genou comme satisfaisant : IKDC>75,9) :  $Sp = d / (d+b)$ .

On calcule de la même façon la sensibilité et la spécificité pour les tests fonctionnels. On peut également faire les mêmes calculs séparément pour chacun des tests (UCMJ, squat unipodal, puissance des LJ en isocinétique, puissance du Q en isocinétique) pour les comparer.

## 8. Ethique

Comme cette étude est rétrospective, elle rentre dans le champ des recherches, études ou évaluations dans le domaine de la santé qui relèvent du chapitre IX de la loi Informatique et Libertés et qui n'appartiennent pas aux recherches impliquant la personne humaine. Elle vise les projets reposant sur la réutilisation de données de santé à caractère personnel. Il s'agit donc de la méthodologie de référence MR-003.

La demande passe donc par l'INDS (Institut National des Données de Santé) qui vérifie la bonne orientation et la complétude de chaque dossier avant de le transmettre au CEREES (Comité d'Expertise pour les Recherches, les Etudes et les Evaluations dans le domaine de la Santé) pour avis, puis à la CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés) pour autorisation. Nous nous sommes donc heurtés à des démarches administratives compliquées, un contexte juridique obscur avec le caractère récent de ces lois pour pouvoir traiter les données.

Nous avons donc décidé de ne pas mettre en application ce protocole, mais de le préparer afin que de futures recherches n'aient plus qu'à le récupérer et traiter les données une fois l'autorisation obtenue.

## 9. Conflits d'intérêt

Il sera important de signaler si chacun des auteurs a, ou non, des conflits d'intérêt qui aient un rapport avec cette étude.

### III. Résultats et analyses

Nous aurons donc les résultats des tests concernant les critères de jugement établis. Premièrement nous étudierons la p-value obtenue pour les tests isocinétiques et fonctionnels. Plus la p-value est petite plus le test est significatif, sachant qu'à 0,05 il est assez puissant pour valider l'hypothèse. On pourra ainsi comparer chacune des p-value obtenues pour chacun des tests : le test dont la p-value sera la plus basse sera donc le plus significatif.

Par exemple, si la p-value des tests fonctionnels est de 0,025, donc inférieure à 0,05 et celle des tests isocinétiques est de 0,08, donc supérieure à 0,05 : on admet alors que pour les tests fonctionnels il y a, au risque de 5%, une différence significative dans la population entre le groupe avec récurrence et le groupe sans récurrence. On peut donc en conclure que les tests fonctionnels sont, de manière significative, prédictifs du risque de récurrence au seuil de 5%.

En revanche pour les tests isocinétiques il n'y a pas, au risque de 5%, de différence significative, dans la population, entre le groupe avec récurrence et le groupe sans récurrence. On peut donc en conclure que les tests fonctionnels ne sont pas de manière significative prédictifs du risque de récurrence au seuil de 5%. Pour finir on peut déclarer que les tests fonctionnels paraissent davantage prédictifs du risque de récurrence que les tests isocinétiques.

Ainsi suivant les résultats, nous pourrions conclure (ou non) à la significativité du caractère prédictif des tests fonctionnels et/ou isocinétiques quant au risque de récurrence de rupture du LCA, ainsi que démontrer (ou non) la meilleure significativité prédictive des tests fonctionnels par rapport aux tests isocinétiques quant au risque de récurrence.

Pour le critère de jugement secondaire (l'état du genou interprété par l'IKDC-SKF), après avoir démontré que Les LSI des tests isocinétiques et fonctionnels sont statistiquement différents, et calculé les différentes Se et Sp inhérentes à chaque test, nous pourrions conclure (ou pas) à une meilleure sensibilité et/ou spécificité des tests fonctionnels sur les tests isocinétiques par rapport au score IKDC-SKF.

Le nombre de sujets perdus de vue, notamment qui n'auront pas renvoyé les questionnaires n'aura pas d'incidence sur la significativité des résultats concernant les critères de jugement car l'analyse est effectuée per protocole et non en intention de traiter. Le seul biais qui résultera de ce choix sera celui d'un effectif plus restreint : en effet le biais principal lors d'une analyse per protocole réside en des écarts au protocole (des patients sortis de l'étude) qui peuvent être liés à l'effet du traitement, par exemple un arrêt pour efficacité insuffisante ou effet indésirable : or dans notre cas il s'agit d'une étude rétrospective donc ces exclusions de sujets n'auront a priori aucune relation avec les tests effectués.

Nous pourrions également rechercher des résultats indépendamment pour chaque test (pic de couple du Q, pic de couple des IJ, UCMJ et squat unipodal) afin d'analyser lequel est le plus pertinent.

## IV. Discussion

### 1. Rappels

Au terme de cette étude, soit un seul des tests sera statistiquement significatif, celui-là sera alors d'emblée plus prédictif de la récurrence que les autres ; soit tous les résultats seront statistiquement significatifs, et celui avec la p-value la plus basse sera davantage prédictif que les autres ; soit aucun résultat ne sera statistiquement significatif et on pourra uniquement dire que celui avec la p-value la plus basse paraîtra plus prédictif sans pouvoir réellement conclure. Donc globalement nous pourrions conclure (ou pas) à la significativité du caractère prédictif des tests fonctionnels et/ou isocinétiques quant au risque de récurrence de rupture du LCA, ainsi que démontrer (ou pas) la meilleure significativité de la prédiction des tests fonctionnels par rapport à celle des tests isocinétiques quant au risque de récurrence.

Grâce aux seuils retenus, nous pourrions également conclure sur un critère de jugement qui est plus général que la rupture itérative du LCA, à savoir l'état du genou à plus de deux ans post-opératoires reflété par l'IKDC-SKF. Cependant il convient d'être prudent dans l'interprétation des résultats : ce n'est qu'ensemble que la sensibilité et la spécificité pour un même test ont une véritable signification : prises séparément elles n'en ont pas. Nous avons utilisé le seuil de 90 afin d'avoir des variables dichotomiques, alors que nos mesures des tests sont à la base des variables continues. Ce seuil utilisé influence sa sensibilité et sa spécificité : ainsi si on abaisse ce seuil, nos deux tests seront plus sensibles mais moins spécifiques, et inversement si on élève ce seuil. Nous avons utilisé un seuil qui devrait être moyen quant aux sensibilité et spécificité obtenues, mais suivant les résultats nous pourrions faire varier ce seuil. De plus, si la somme de la sensibilité et de la spécificité est égale à 100%, le test concerné est sans aucune association avec l'état du genou à deux ans post-opératoires. Il faudra donc des sensibilités et spécificités assez élevées pour chacun des tests pour conclure, d'autant plus importantes que l'utilisation de seuils (LSI ou IKDC-SKF) a inclus dans ces résultats un certain nombre de biais. C'est pour cela qu'on n'a gardé l'état du genou représenté par les résultats de l'IKDC-SKF qu'en critère de jugement secondaire, le risque de récurrence « brut » aura moins de biais et donc une meilleure pertinence clinique.

De la même manière comme dans toute recherche des biais se sont immanquablement incorporés dans les résultats. Ils viennent ainsi influencer les validités interne et externe de l'étude. La validité externe correspond à la validité des conclusions faites à partir d'études scientifiques, elle existe quand on a une généralisation des résultats à la population générale cible. Ainsi, si l'étude montre une efficacité des différents tests utilisés, pour pouvoir l'extrapoler au reste de la population il faudra une bonne validité externe. Si au vu des résultats elle ne montre pas d'efficacité, cela pourrait être à cause d'une puissance trop faible, d'une mauvaise compliance des sujets à l'intervention, ou de biais non suffisamment contrôlés dans le protocole.

La validité interne est un indicateur qui permet d'évaluer la fiabilité ou la certitude des conclusions internes aux recherches, conclusions que le chercheur tire de l'analyse statistique de ses propres données. Elle correspond donc à la confiance que nous pouvons avoir dans les résultats obtenus.

Nous allons donc voir les différents biais, contrôlés ou non, qui peuvent avoir une influence sur les conclusions que présente notre étude, ainsi que les approximations, les inexactitudes générées pour ce protocole lors de sa généralisation.

## 2. Limites de l'étude

### 2.1. Validité externe

Pour ce qui concerne la population, celle-ci est limitée aux patients venus effectuer leurs tests dans cet unique cabinet de kinésithérapie. Celui-ci (et notamment ses tests) est assez connu et les patients viennent donc globalement de la région. Donc les différents sujets inclus viennent globalement de Lyon et ses alentours, et sont envoyés de la même façon principalement par des chirurgiens des entourages.

Lyon est une ville internationalement reconnue en termes de chirurgie des ligaments croisés, et constitue un des principaux pôles en ce domaine en France.

Cette région paraît donc plutôt favorable à la représentativité des caractéristiques globales de la population ciblée. Comme dit précédemment, la patientèle du CKS est principalement sportive ce qui permet de cibler des athlètes qui sont plus souvent sujets à ce type de blessure, pour augmenter la pertinence de nos données. Hormis cela les différents critères de sélection sont assez larges (avec la majeure partie des techniques utilisées en France incluses, une tranche d'âge assez large, une inclusion des deux sexes etc.) et devraient permettre de généraliser les résultats. Cependant nous ignorons si l'échantillon que nous aurons sélectionné sera représentatif de la population générale ciblée (donc opérée du LCA), en termes de proportions des différents facteurs que nous avons cherché à inclure dans cette étude (âge, sexe, type de chirurgie etc.). Il faudra donc probablement mener d'autres études avec un échantillon plus important pour avoir une puissance assez élevée pour différencier ces différents facteurs.

De plus, il s'agit d'une étude rétrospective, donc les protocoles de rééducation entre les tests à 6 mois et le questionnaire envoyé à 2 ans post-opératoires ne sont pas contrôlés. Suivant le type de rééducation effectué les sujets peuvent ainsi avoir un risque de blessure plus ou moins élevé.

Les thérapeutes travaillent initialement au CKS Sauvegarde, ils sont deux à mettre en place exactement le même protocole pour tous les patients qui est détaillé dans l'étude, donc les résultats obtenus par les thérapeutes peuvent être généralisés à n'importe quel cabinet de MK qui possèdera les équipements nécessaires.

## 2.2. Validité interne

Tout d'abord, par sa nature rétrospective l'étude n'a pas été contrôlée par la randomisation et admet donc des biais de sélection. Un biais de sélection pourrait également résider dans le fait que les tests n'étaient pas effectués à la même distance de l'opération (entre 6 et 10 mois).

Cependant nous pouvons le relativiser car les patients avaient besoin d'un temps de rééducation différent pour arriver à la 3<sup>ème</sup> étape au terme de laquelle ils étaient évalués, on peut donc considérer qu'au moment des tests les sujets en étaient à la même étape de rééducation. Comme mentionné précédemment le biais des perdus de vue fait risquer une baisse de puissance de l'étude à cause de la baisse d'effectifs. De la même manière nous avons déjà parlé indirectement du biais d'attrition (qui résulterait d'une probabilité différente d'exclusion entre les deux groupes du fait de l'intervention) le principal biais consistera en une diminution de la population de l'échantillon et donc en une diminution de la puissance de l'étude.

Le biais d'évaluation pour le risque de récurrence est contrôlé car nous demandons aux sujets de prouver l'existence d'une récurrence par un diagnostic établi médicalement par des médecins extérieurs à l'étude. Il est davantage présent pour notre critère de jugement secondaire car l'IKDC-SKF est dépendant de l'estimation du patient, donc comme son nom l'indique est subjectif.

Un biais de suivi survient lorsque les deux groupes ne sont pas suivis de la même manière au cours de l'essai. Or ici comme nous sommes dans une étude rétrospective aucune mise en aveugle n'a été mise en place donc ce biais de suivi est présent. Les patients et leurs médecins et rééducateurs ont donc eu accès aux résultats des tests et ont pu améliorer leur prise en charge du patient pour réduire le risque de récurrence.

Nous avons un groupe contrôle pour le critère de jugement principal (patients sans récurrence) donc les biais de confusion sont en partie prévenus. Pour l'IKDC-SKF ils sont davantage présents car notre groupe « contrôle » (sujets dont l'état du genou est satisfaisant) dépend du seuil utilisé pour les tests.

Cependant d'autres biais de confusion rentrent en jeu dans ces tests, ils sont d'ailleurs à la source de ma problématique (à savoir quel test est le plus efficace malgré ces biais induits par la nature du test), par exemple pour les tests isocinétiques d'autres facteurs que la puissance musculaire « pure » sont à prendre en compte pour appréhender le risque de récurrence : l'aspect psychologique, l'équilibre et la proprioception. De la même manière le valgus dynamique n'a pas été évalué lors des tests fonctionnels pour simplifier la recherche, alors que l'on sait qu'il s'agit d'un facteur de risque important.

Des imprécisions demeurent pour le critère de jugement secondaire : le seuil choisi pour l'IKDC-SKF en suivant l'étude de Muller et al. ne possède pas une sensibilité et une spécificité parfaites. Les auteurs précisent également que par le design de cette étude des biais de sélection peuvent avoir affecté les résultats. De plus l'IKDC en lui-même a une bonne fiabilité de 0,94 mais cela surajoute un facteur d'imprécision sur la fiabilité du critère secondaire. De façon similaire même si de nombreuses études parlent d'un LSI>90 pour être normal, il y a des recommandations qui le font descendre jusqu'à 80%, ou qui le font varier suivant qu'il s'agit du membre dominant ou non dominant (Leister et al., 2017) et comme mentionné précédemment cela jouera sur la sensibilité et la spécificité. Ce seuil de LSI à 90% fait vraiment voir en « noir et blanc » alors que le seuil est déterminé assez arbitrairement.

### 3. Difficultés et bénéfices sur le plan personnel

Lors du choix de mon sujet je voulais absolument mettre en place ce protocole, même sans obtenir de résultats statistiquement significatifs (je suis conscient qu'à notre échelle c'est plutôt compliqué, ce sont des études à mettre en œuvre sur des années), afin de tirer de mon mémoire des conclusions concrètes qui seraient réellement intéressantes par la suite pour ma pratique et pour celle d'autres thérapeutes. Mais j'ai dû peu à peu me résoudre à abandonner l'application de ce protocole au vu de la complexité des demandes à faire et du contexte juridique assez obscur dû aux lois et décrets en constante évolution et à leurs multiples possibilités d'interprétations ambiguës.

Cela m'a permis de me rendre compte de la complexité du système français dès lors que l'on veut effectuer des recherches, et surtout de l'importance de ces investigations pour faire avancer notre profession, car pour l'instant dans le domaine de la kinésithérapie, pour beaucoup de nos techniques « on ne peut pas conclure à une efficacité statistiquement significative ». Il est donc primordial de continuer à faire des recherches afin de faire reconnaître la kinésithérapie comme une pratique paramédicale basée sur les preuves.

De plus ce travail m'a permis d'apprendre beaucoup sur ce thème en particulier, mais aussi plus globalement sur la kinésithérapie. Cela m'a appris où et comment me renseigner sur un sujet, une technique, une pathologie qui m'intéresse, à garder un esprit critique sur chaque article que je pourrai lire et ainsi à ne pas tirer de conclusions trop hâtives.

#### 4. Intérêt de l'étude

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'autre étude recherchant quels tests entre les tests fonctionnels et isocinétiques sont les plus prédictifs d'une récurrence et de l'état du genou à long terme (plus de deux ans post-opératoires).

Ici nous nous sommes intéressés uniquement à deux tests fonctionnels spécifiques, le squat unipodal et le unipodal countermovement jump, afin de faciliter nos recherches mais nous aurions tout aussi bien pu faire le même travail sur toutes les techniques de la batterie de tests effectués au CKS Sauvegarde, comme cela a déjà pu être fait au centre Paul Santy à Lyon. Ainsi, ce protocole pourrait être appliqué de la même manière à tous les tests existants dans ce cabinet.

Ces deux tests fonctionnels tels que présentés dans cette étude demandent du matériel pour être utilisés : un accéléromètre et une caméra.

Nous avons utilisé ce matériel afin d'être le plus objectif possible lors de la collecte des données. Mais pour la majorité des tests fonctionnels que l'on peut retrouver dans la littérature, très peu voire aucun équipement supplémentaire n'est requis : Pour le saut unipodal en longueur, le triple saut en longueur, saut sur le côté (one-leg hop for distance, triple hop for distance, side-hop) et d'autres encore, seul un mètre est nécessaire.

Il apparaît donc important de prouver que ces tests sont utiles dans la détection des différents facteurs de risque de récurrence car ils peuvent être utilisés par tous les massagers kinésithérapeutes au sein de leur cabinet au cours d'une rééducation classique post-ligamentoplastie de LCA.

Sans même parler du bénéfice pour les patients engendré par l'utilisation de ces tests, s'ils sont menés lors de la rééducation classique du LCA cela ne coûtera rien de plus à la société. Comparés aux environ 25 000 dollars estimés pour une opération du LCA par Bokshan et al. dans leur étude sur 14 713 patients aux Etats-Unis (qui prend en compte tous les coûts associés), il paraît évident que la balance coût/bénéfice pour ces techniques est indéniablement positive.

## V. Conclusion

Ce mémoire correspond au protocole de recherche d'une étude rétrospective qui cherche à comparer l'efficacité de deux types de tests (fonctionnels et isocinétiques) pour prévoir le risque de récurrence d'une rupture du LCA après une première ligamentoplastie. Au terme de cette étude on pourra comparer les résultats de chaque test des sujets avec récurrence, à ceux des sujets sans récurrence, et déterminer les liens entre ces différents tests et l'état du genou à plus de deux ans post-opératoires. Nous pourrions ainsi conclure (ou pas) à un aspect prédictif des tests fonctionnels et/ou isocinétiques sur le risque de récurrence de rupture du LCA, ainsi que déduire lesquels entre les fonctionnels et isocinétiques seront les plus prédictifs du risque de récurrence, et lesquels seront les plus sensibles et/ou spécifiques à l'état du genou à plus de deux ans post-opératoires.

Cette étude cherche donc à examiner la pertinence de l'utilisation des tests fonctionnels après opération, pour présager du risque de récurrence. Le but final est de mieux orienter la rééducation des patients après une ligamentoplastie du LCA, afin de réduire le taux de récurrence important qui va jusqu'à 25% dans la population concernée.

Pour atteindre cet objectif des études complémentaires à celle-ci seront nécessaires. Le principal défaut de cette étude réside en sa nature rétrospective, qui la limite à un niveau de preuve III. Il serait donc nécessaire pour confirmer l'efficacité de ces tests de mener une étude prospective randomisée sur un grand nombre de patients, sur une longue période, donc une étude de cohorte randomisée, contrôlée (un échantillon qui passe ces tests en continuant une rééducation standardisée sans tenir compte des résultats, et un échantillon qui adapte la prise en charge du sujet en fonction des résultats obtenus donc avec une rééducation personnalisée).

# Bibliographie

- Anderson, A. F., Irrgang, J. J., Kocher, M. S., Mann, B. J., Harrast, J. J., & Members of the International Knee Documentation Committee. (2006). The International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form: Normative Data. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(1), 128-135. <https://doi.org/10.1177/0363546505280214>
- Arden, C. L., Glasgow, P., Schneiders, A., Witvrouw, E., Clarsen, B., Cools, A., ... Bizzini, M. (2016). 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 853-864. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096278>
- Augustsson, J., Thome, R., & Karlsson, J. (2004). Ability of a new hop test to determine functional deficits after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 12(5). <https://doi.org/10.1007/s00167-004-0518-4>
- Ben Moussa Zouita, A., Zouita, S., Dziri, C., Ben Salah, F. Z., & Zehi, K. (2008). Évaluation isocinétique, fonctionnelle et proprioceptive du footballeur à deux ans postopératoire de la reconstruction du ligament croisé antérieur du genou. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 51(4), 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2008.02.002>
- Blakeney, W. G., Ouanezar, H., Rogowski, I., Vigne, G., Guen, M. L., Fayard, J.-M., ... Sonnery-Cottet, B. (2018). Validation of a Composite Test for Assessment of Readiness for Return to Sports After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: The K-STARTS Test. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 194173811878645. <https://doi.org/10.1177/1941738118786454>

- Condouret, J., Cohn, J., Ferret, J.-M., Lemonsu, A., Vasconcelos, W., Dejour, D., & Potel, J.-F. (2008). Évaluation isocinétique à deux ans de ligamentoplasties du ligament croisé antérieur au tendon rotulien et aux ischiojambiers. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*, 94(8), 375-382.  
<https://doi.org/10.1016/j.rco.2008.09.006>
- Dufour, M., & Pillu, M. (2007). *Biomécanique fonctionnelle membres-tête-tronc*. Masson.
- Duthon, V. B., Messerli, G., & Menetrey, J. (2008). Reconstruction du ligament croisé antérieur : indications et techniques. *Revue Médicale Suisse*, 5.
- Duval, T., Lehance, C., Croisier, J.-L., Delvaux, F., Daniel, C., Duval, J.-Y., & Kaux, J.-F. (2017). Impact d'une réathlétisation précoce sur les performances des sportifs amateurs opérés d'une rupture du ligament croisé du genou. *Journal de Traumatologie du Sport*, 34(4), 203-207.  
<https://doi.org/10.1016/j.jts.2017.09.001>
- Ebert, J. R., Edwards, P., Yi, L., Joss, B., Ackland, T., Carey-Smith, R., ... Hewitt, B. (2017). Strength and functional symmetry is associated with post-operative rehabilitation in patients following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-017-4712-6>
- Edouard, P., & Degache, F. (2016). *Guide d'isocinétisme*. Elsevier Masson.
- Fabri, S., Morana, C., & Lacaze, F. (2016). Analyse vidéo et reprise sportive après ligamentoplastie de genou : quel paramètre retenir ? *Journal de Traumatologie du Sport*, 33(4), 209-214. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2016.10.004>
- Gaunt, B. W., & Curd, D. T. (2001). Anthropometric and Demographic Factors Affecting Distance Hopped and Limb Symmetry Index for the Crossover Hop-for-Distance

- Test in High School Athletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(3), 145-151. <https://doi.org/10.2519/jospt.2001.31.3.145>
- Grevnerts, H. T., Terwee, C. B., & Kvist, J. (2015). The measurement properties of the IKDC-subjective knee form. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(12), 3698-3706. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3283-z>
- Gustavsson, A., Neeter, C., Thomeé, P., Grävare Silbernagel, K., Augustsson, J., Thomeé, R., & Karlsson, J. (2006). A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14(8), 778-788. <https://doi.org/10.1007/s00167-006-0045-6>
- Hewett, T. E., Di Stasi, S. L., & Myer, G. D. (2013). Current Concepts for Injury Prevention in Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(1), 216-224. <https://doi.org/10.1177/0363546512459638>
- Higgins, L. D., Taylor, M. K., Park, D., Ghodadra, N., Marchant, M., Pietrobon, R., & Cook, C. (2007). Reliability and validity of the International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Form. *Joint Bone Spine*, 74(6), 594-599. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2007.01.036>
- Hildebrandt, C., Müller, L., Zisch, B., Huber, R., Fink, C., & Raschner, C. (2015). Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part I: development of a new test battery. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(5), 1273-1281. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3529-4>
- Irrgang, J. J., Anderson, A. F., Boland, A. L., Harner, C. D., Neyret, P., Richmond, J. C., ... International Knee Documentation Committee. (2006). Responsiveness of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form. *The*

*American Journal of Sports Medicine*, 34(10), 1567-1573.

<https://doi.org/10.1177/0363546506288855>

Kamina, P. (2009). *Anatomie clinique*. Paris: Maloine.

Kyritsis, P., Bahr, R., Landreau, P., Miladi, R., & Witvrouw, E. (2016). Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *British Journal of Sports Medicine*, 50(15), 946-951. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095908>

Laboute, E., Savalli, L., Puig, P., Trouve, P., Sabot, G., Monnier, G., & Dubroca, B. (2010). Analysis of return to competition and repeat rupture for 298 anterior cruciate ligament reconstructions with patellar or hamstring tendon autograft in sportspeople. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(10), 598-614. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2010.10.002>

Laudner, K., Evans, D., Wong, R., Allen, A., Kirsch, T., Long, B., & Meister, K. (2015). *RELATIONSHIP BETWEEN ISOKINETIC KNEE STRENGTH AND JUMP CHARACTERISTICS FOLLOWING ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION*. 9.

Leister, I., Mattiassich, G., Kindermann, H., Ortmaier, R., Barthofer, J., Vasvary, I., ... Tino Kulnik, S. (2017). *Reference values for fatigued versus non-fatigued limb symmetry index measured by a newly designed single-leg hop test battery in healthy subjects: a pilot study*. Springer.

Logerstedt, D. S., Snyder-Mackler, L., Ritter, R. C., Axe, M. J., & Godges, J. J. (2010). Knee Stability and Movement Coordination Impairments: Knee Ligament Sprain: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability, and Health from the Orthopaedic Section of the

- American Physical Therapy Association. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(4), A1-A37. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.0303>
- McGrath, T. M., Waddington, G., Scarvell, J. M., Ball, N., Creer, R., Woods, K., ... Adams, R. (2017). An Ecological Study of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Part 2: Functional Performance Tests Correlate With Return-to-Sport Outcomes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(2), 232596711668844. <https://doi.org/10.1177/2325967116688443>
- Morin, J.-B., Jiménez-Reyes, P., Brughelli, M., & Samozino, P. (2019). When Jump Height is not a Good Indicator of Lower Limb Maximal Power Output: Theoretical Demonstration, Experimental Evidence and Practical Solutions. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01073-1>
- Muller, B., Yabroudi, M. A., Lynch, A., Lai, C.-L., van Dijk, C. N., Fu, F. H., & Irrgang, J. J. (2016). Defining Thresholds for the Patient Acceptable Symptom State for the IKDC Subjective Knee Form and KOOS for Patients Who Underwent ACL Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(11), 2820-2826. <https://doi.org/10.1177/0363546516652888>
- Rohman, E., Steubs, J. T., & Tompkins, M. (2015). Changes in Involved and Uninvolved Limb Function During Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Implications for Limb Symmetry Index Measures. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(6), 1391-1398. <https://doi.org/10.1177/0363546515576127>
- Schelin, L., Tengman, E., Ryden, P., & Häger, C. (2017). A statistically compiled test battery for feasible evaluation of knee function after rupture of the Anterior Cruciate Ligament – derived from long-term follow-up data. *PLOS ONE*, 12(5), e0176247. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176247>

- Tanner, S. M., Dainty, K. N., Marx, R. G., & Kirkley, A. (2007). Knee-Specific Quality-of-Life Instruments: Which Ones Measure Symptoms and Disabilities Most Important to Patients. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(9), 1450-1458. <https://doi.org/10.1177/0363546507301883>
- Thomeé, R., Kaplan, Y., Kvist, J., Myklebust, G., Risberg, M. A., Theisen, D., ... Witvrouw, E. (2011). Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(11), 1798-1805. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1669-8>
- Webster, K. E., Feller, J. A., & Lambros, C. (2008). Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Physical Therapy in Sport*, 9(1), 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2007.09.003>
- Xergia, S. A., Pappas, E., & Georgoulis, A. D. (2015). Association of the Single-Limb Hop Test With Isokinetic, Kinematic, and Kinetic Asymmetries in Patients After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 7(3), 217-223. <https://doi.org/10.1177/1941738114529532>

# Annexe

# Sommaire des annexes

Annexe I : Questionnaire IKDC-SKF

Annexe II : Questions sur la récurrence

Annexe III : Consentement éclairé

## Formulaire à remplir par le patient

### FORMULAIRE 1999 EVALUATION SUBJECTIVE DU GENOU

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Date de ce jour           /        /         
                         jour    mois    année

Date de l'accident ou blessure           /        /         
   jour    mois    année

#### SYMPTOMES

1. Quel est le niveau d'activité le plus important 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, le ménage ou le jardinage
- { Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou

2. Au cours des 4 dernières semaines, ou depuis votre accident ou blessure, combien de fois avez-vous souffert du genou ? Cochez la case correspondante (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) :

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

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

{ 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 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, le ménage ou le jardinage
- { Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou

6. Au cours des 4 dernières semaines, ou depuis l'accident ou blessure, votre genou s'est-il bloqué ?

{ 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, le ménage ou le jardinage
- { Aucune des activités ci-dessus ne m'est possible à cause de mon genou

## 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. Rencontrez-vous des difficultés pour les activités suivantes ? Cochez la case correspondante.

	Pas difficile	Légèrement difficile	Difficile	Très difficile	Impossible
a- Monter les escaliers	}	}	}	}	}
b- Descendre les escaliers	}	}	}	}	}
c- S'agenouiller (poids du corps sur le devant du genou)	}	}	}	}	}
d- S'accroupir	}	}	}	}	}
e- S'asseoir	}	}	}	}	}
f- Se lever d'une chaise	}	}	}	}	}
g- Courir en ligne droite	}	}	}	}	}
h- Sauter avec réception sur la jambe faible	}	}	}	}	}
i- S'arrêter et repartir brusquement (marche, course à pied)	}	}	}	}	}

## FONCTIONNEMENT

Noter le fonctionnement du 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) :

Fonctionnement avant l'accident ou blessure du genou :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Performance nulle	}	}	}	}	}	}	}	}	}	}	}	Performance optimale

Fonctionnement actuel du genou :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Performance nulle	}	}	}	}	}	}	}	}	}	}	}	Performance optimale

## Questions complémentaires

- Avez-vous eu un traumatisme au genou opéré depuis votre chirurgie de reconstruction du ligament croisé antérieur ?

---

---

---

---

- Avez-vous passé des examens complémentaires ? Quel en a été le résultat ?

---

---

---

---

- Veuillez joindre à votre courrier de réponse une photocopie du diagnostic médical posé.

## Annexe 3 : Consentement éclairé

Seront rajoutés en en-tête : « Titre de la recherche : tests isocinétiques et fonctionnels LCA post-opératoire et récidence », et en pied de page : « projet approuvé par le comité d'éthique de la recherche de \_\_\_\_\_ (N° d'approbation \_\_\_\_\_), le \_\_\_\_\_ initiales \_\_\_\_\_ »

## Formulaire de consentement

### Présentation du chercheur

Cette recherche est réalisée dans le cadre du mémoire de fin d'études de Julien Lavenas, au sein du centre de kinésithérapie du sport de la Sauvegarde.

Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de lire et de comprendre les renseignements qui suivent. Ce document vous explique le but de ce projet de recherche, ses procédures, avantages, risques et inconvénients. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles à la personne qui vous présente ce document.

### Nature de l'étude

La recherche a pour but d'étudier l'aspect prédictif des tests isocinétiques et fonctionnels que vous avez passés à 6 mois post-opératoires au CKS de la Sauvegarde, en les comparant aux différentes réponses que vous donnerez aux questionnaires joints à ce formulaire.

### Déroulement de la participation

Votre participation à cette étude consiste à nous autoriser à accéder à vos données des tests passés au CKS Sauvegarde, et à répondre au questionnaire ci-joint, sans oublier, s'il y a lieu, le diagnostic médical des blessures que vous avez pu avoir à votre genou.

## Avantages, risques ou inconvénients possibles liés à votre participation

Le fait de participer à cette recherche permettra aux kinésithérapeutes de savoir si leur programme est efficace, et plus globalement de faire avancer la pratique kinésithérapique pour éviter à de futurs patients des récidives de rupture de ligament croisé antérieur.

Etant donné que cette étude porte sur des tests qui ont déjà été effectués, aucun risque ou inconvénient connu ne sera lié à votre participation.

## Participation volontaire et droit de retrait

Vous êtes libre de participer à ce projet de recherche. Vous pouvez aussi mettre fin à votre participation sans conséquence négative ou préjudice et sans avoir à justifier votre décision. Si vous décidez de mettre fin à votre participation, il est important d'en prévenir le chercheur dont les coordonnées sont incluses dans ce document. Tous les renseignements personnels vous concernant seront alors détruits.

## Confidentialité et gestion des données

Les mesures suivantes seront appliquées pour assurer la confidentialité des renseignements fournis par les participants :

- les noms des participants ne paraîtront dans aucun rapport ;
- les divers documents de la recherche seront codifiés et seul le chercheur aura accès à la liste des noms et des codes ;
- les résultats individuels des participants ne seront jamais communiqués ;

- les matériaux de la recherche, incluant les données et les enregistrements, seront conservés sous clé ou sur ordinateur protégé par un mot de passe. Ils seront détruits deux ans après la fin de la recherche, soit en (mois) (année) ;
- la recherche fera l'objet de publications dans des revues scientifiques, et aucun participant ne pourra y être identifié ;
- un court résumé des résultats de la recherche sera expédié aux participants qui en feront la demande en indiquant l'adresse où ils aimeraient recevoir le document, juste après l'espace prévu pour leur signature.

Dans un souci de protection, le ministère de la Santé et des Services Sociaux demande à tous les comités d'éthique désignés d'exiger que le chercheur conserve, pendant au moins un an après la fin du projet, la liste des participants de la recherche ainsi que leurs coordonnées, de manière à ce que, en cas de nécessité, ceux-ci puissent être rejoints rapidement.

## Compensation

Votre participation à cette étude est bénévole, les avantages que vous en retirerez ne seront pas financiers et vous ont été exposés plus haut.

## Remerciements

Votre collaboration est précieuse pour nous permettre de réaliser cette étude et nous vous remercions d'y participer.

## Signatures

Je soussigné(e) \_\_\_\_\_ consens librement à participer à la recherche intitulée : « tests isocinétiques et fonctionnels LCA post-opératoire et récédive ». J'ai pris connaissance du formulaire et j'ai compris le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients du projet de recherche. Je suis satisfait(e) des explications, précisions et réponses que le chercheur m'a fournies, le cas échéant, quant à ma participation à ce projet.

\_\_\_\_\_

Signature du participant, de la participante

\_\_\_\_\_

Date

Un court résumé des résultats de la recherche sera expédié aux participants qui en feront la demande en indiquant l'adresse où ils aimeraient recevoir le document. **Les résultats ne seront pas disponibles avant le XX/XX/XXXX (jour/mois/année). Si cette adresse changeait d'ici cette date, vous êtes invité(e) à informer le chercheur de la nouvelle adresse où vous souhaitez recevoir ce document.**

L'adresse électronique à laquelle je souhaite recevoir un court résumé des résultats de la recherche est la suivante :

\_\_\_\_\_

J'ai expliqué le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients du projet de recherche au participant. J'ai répondu au meilleur de mes connaissances aux questions posées et j'ai vérifié la compréhension du participant.

\_\_\_\_\_

Signature du chercheur

\_\_\_\_\_

Date

## Renseignements complémentaires

Si vous avez des questions sur la recherche, sur les implications de votre participation ou si vous souhaitez vous retirer de la recherche, veuillez communiquer avec Julien Lavenas, au numéro de téléphone suivant : 06-48-46-60-60, ou à l'adresse courriel suivante : [julien.lavenas@univ-lyon1.fr](mailto:julien.lavenas@univ-lyon1.fr).

## Plaintes ou critiques

Toute plainte ou critique sur ce projet de recherche pourra être adressée au département de masso-kinésithérapie de l'Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation de l'Université Claude Bernard Lyon 1 :

19 rue Nungesser et Coli

69008 Lyon

Renseignements-Secrétariat : \_\_\_\_\_

Courriel : \_\_\_\_\_

# Résumé

La ligamentoplastie du ligament croisé antérieur est une opération commune dans le milieu du sport, dont la rééducation est très importante afin de favoriser la reprise des activités physiques le plus tôt possible. De nombreux critères ont été mis en place pour décider des différents stades de la rééducation (reprise de la course, du sport ...), dont les tests isocinétiques et fonctionnels. Dans cette étude rétrospective nous nous intéresserons à deux tests fonctionnels, le squat unipodal et l'unipodal countermovement jump, et aux tests isocinétiques, tous évalués à 6 mois post-opératoires. Nous les comparerons principalement au risque de récurrence à deux ans post-opératoires.

Le but de cette étude est de présenter un protocole de tests permettant d'utiliser les données déjà acquises pour déterminer quelle technique est la plus adaptée pour prévoir le risque de récurrence et donc à terme orienter la rééducation pour les éviter.

Mots-clés : tests fonctionnels, tests isocinétiques, rééducation, sport, récurrence, ligamentoplastie, ligament croisé antérieur, LCA, countermovement jump, squat unipodal.

# Abstract

The anterior cruciate ligament reconstruction is a common surgery in sport, its rehabilitation is very important to make the return to physical activities easier as soon as possible. A lot of criteria have been set up to decide on the different stages of rehabilitation (return to running, to sport ...), among them the isokinetic and functional tests. In this retrospective study we will investigate two functional tests, the unipodal squat and the unipodal countermovement jump, and isokinetic tests, all evaluated six months after surgery. We will mostly compare them to the recurrence risk two years after surgery.

The aim of this study is to present a tests protocol allowing to use the already-known data to determine which method is the most suitable to prevent the recurrence risks and thus in the time to adjust the rehabilitation to avoid them.

Keywords: functional tests, isokinetic tests, rehabilitation, sport, recurrence, ligamentoplasty, anterior cruciate ligament, ACL, countermovement jump, unipodal squat.