

**UNIVERSITE DE NANTES**

**FACULTE DE MEDECINE**

**Année 2004**

**N° 101M**

**THESE**

**POUR LE**

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE**

**Qualification en : RHUMATOLOGIE**

**PAR**

**Laëtitia TORTELLIER**

Née le 12 mars 1975 à RENNES

**Présentée et soutenue publiquement le 13 Janvier 2004 à 16 heures.**

**ETUDE PROSPECTIVE DESCRIPTIVE DES TESTS ISOCINETIQUES  
DES MUSCLES FLECHISSEURS ET EXTENSEURS DE GENOU  
ET DES ECHELLES FONCTIONNELLES  
A 4, 6, 9 et 12 MOIS POST-OPERATOIRES D'UNE RECONSTRUCTION  
DU LIGAMENT CROISE ANTERO-EXTERNE PAR LA TECHNIQUE AU DIDT :  
A PROPOS DE 58 CAS.**

**Président de Jury : Monsieur le Professeur Y. Maugars.**

**Directeur de thèse : Monsieur le Docteur M. Dauty**

**Membres du Jury : Monsieur le Professeur Letenneur,  
Monsieur le Professeur Rochcongar,  
Monsieur le Docteur Huguet.**

***A Monsieur le Professeur Maugars,***

*Vous me faites l'honneur de présider le jury de cette thèse. Qu'il me soit permis de vous adresser, en cette circonstance, toute ma gratitude pour l'enseignement que vous avez su me prodiguer.*

***A Marc Dauty,***

*Tu m'as fait l'honneur de me proposer puis de diriger ce travail avec l'enthousiasme et la disponibilité qui te caractérisent. Merci de ton soutien et merci d'avoir su partager tes connaissances.*

***A Monsieur le Professeur Letenneur,***

*Vous me faites l'honneur de siéger dans ce jury. Veuillez, je vous prie, trouver ici le témoignage de mon profond respect.*

***A Monsieur le Professeur Rochcongar,***

*En vous remerciant d'avoir accepté de participer à ce jury. Veuillez trouver en ce travail, l'expression de ma gratitude.*

***A Monsieur le Dr Huguet,***

*Vous avez permis l'initiation de ce travail. Merci pour votre aide précieuse et votre disponibilité.*

***A mes parents et à ma famille,***

***A mes amis,***

*Merci pour votre soutien en toutes circonstances et vos encouragements au long de mes études ...et au fil de ma passion.*

*Avec toute mon affection.*

*Merci.*

*Par délibération du Conseil du 7 mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend donner aucune approbation, ni improbation.*

# **SOMMAIRE**

<u>1-INTRODUCTION</u> .....	7
<u>2- LA STABILITE DU GENOU</u> .....	9
<u>2.1- GENERALITES</u> .....	9
<u>2.1.1-La stabilité passive</u> .....	9

2.1.2-La stabilité active .....	10
2.1.3-Exploration clinique de la laxité .....	11
2.1.3.1-Le test de Lachman .....	11
2.1.3.2-TAD / TARE / TARI .....	11
2.1.3.3-Le Ressaut condylien externe (test du Pivot Shift de Mc Intosh) .....	12
2.2-LE LIGAMENT CROISE ANTERO-EXTERNE (LCAE) .....	12
2.2.1-Description anatomique et biomécanique .....	12
2.2.1.1-Deux faisceaux principaux .....	13
2.2.1.2-Insertions et Direction du LCAE .....	13
2.2.1.3-Composition histochimique et vascularisation .....	14
2.2.2-Propriétés biomécaniques .....	15
2.2.3-Les Mécanorécepteurs du LCA .....	15
2.2.4-Les mécanismes lésionnels du LCAE .....	17
2.3-ATTITUDE THERAPEUTIQUE APRES RUPTURE DU LCAE .....	18
2.3.1-Le traitement fonctionnel .....	18
2.3.2-Le traitement chirurgical .....	18
2.3.2.1-Les indications du traitement chirurgical .....	19
2.3.2.2-Historique des techniques chirurgicales .....	19
3-LA TECHNIQUE AU DIDT .....	20
3.1-ARGUMENTS DU CHOIX DE LA TECHNIQUE DU DIDT .....	20
3.1.1-Les avantages de la technique de Kenneth Jone .....	21
3.1.2-Morbidité incriminée de la technique de Kenneth-Jones .....	22
3.1.2.1- Déficit de l'appareil extenseur mesuré en isocinétisme .....	22
3.1.2.2-Les autres morbidités liées au site donneur .....	22
3.2-DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE CHIRURGICALE AU DIDT .....	24
3.3-LES MUSCLES DES TENDONS PRELEVES ET LES MUSCLES TESTES .....	24
3.3.1-Les muscles des tendons prélevés .....	24
3.3.1.1- Le muscle semi-tendineux ou demi-tendineux (DT) .....	24
3.3.1.2-Le muscle gracile ou droit interne (DI) .....	25
3.3.2-Les muscles testés .....	26
3.3.2.1-Les extenseurs du genou = le quadriceps et ses 4 chefs .....	26
-Les muscles vaste médial et vaste latéral .....	26
-le muscle droit de la cuisse ou droit antérieur .....	27
3.3.2.2-Les fléchisseurs du genou .....	27
-Les ischio-jambiers .....	27
-Le muscle Sartorius .....	28
3.4-DIDT et BIOMECANIQUE .....	28
3.4.1-Généralités .....	28
3.4.2-Résistance et rigidité du DIDT 4 brins .....	29
3.5-PROCESSUS DE « LIGAMENTISATION » DU TENDON .....	30
3.5.1-Maturation et remodelage .....	30
3.5.2-Mécanorécepteurs et transplant .....	31
3.6-REGENERATION DES TENDONS PRELEVES POUR LE DIDT .....	32
3.7-INCONVENIENTS DE LA TECHNIQUE AU DIDT .....	33
3.7.1-Méthodes de fixation et ostéointégration .....	33
3.7.2-Morbidité supposée du DIDT .....	35
4-EVALUATION ISOCINETIQUE .....	36
4.1-HISTORIQUE .....	36
4.2-ISOCINETISME ET EVALUATION DES LIGAMENTOPLASTIES .....	36
4.3-ELEMENTS CONSTITUTIFS DU DYNANOMETRE ISOCINETIQUE .....	37
4.3.1-Le complexe d'asservissement : .....	37
4.3.2-La jauge de contrainte : .....	38
4.3.3-Protocoles utilisés et vitesses d'évaluation .....	39

<u>4.4-PARAMETRES ISOCINETIQUES</u> .....	39
<u>4.4.1-Paramètres mesurés</u> .....	39
<u>4.4.1.1-Le moment de force maximum (MFM)</u> .....	39
<u>4.4.1.2-Les autres paramètres mesurés</u> .....	40
<u>4.4.2-Paramètres calculés</u> .....	40
<u>4.5-AVANTAGES ET LIMITES DE L'ISOCINETISME</u> .....	41
<u>4.5.1-Avantages</u> .....	41
<u>4.5.1.1-Sécurité des tests et objectivité des résultats</u> .....	41
<u>4.5.1.2-Validité</u> .....	42
<u>4.5.1.3-Reproductibilité des tests isocinétiques</u> .....	42
<u>4.5.1.3.1-Etudes de reproductibilité</u> .....	42
<u>4.5.1.3.2-Conditions pratiques de reproductibilité des tests</u> .....	43
<u>4.5.2-Les limites de l'isocinétisme</u> .....	44
<u>4.5.3-Contre-indications aux tests isocinétiques</u> .....	45
<u>5-L'ETUDE</u> .....	45
<u>5.1-LA METHODE</u> .....	45
<u>5.1.1-La population</u> .....	45
<u>5.1.1.1-La population totale</u> .....	45
<u>5.1.1.2-Les quatre sous-populations en fonction des douleurs</u> .....	46
<u>5.1.1.2.1-Détermination des sous-populations</u> .....	46
<u>5.1.1.2.2-Description des quatre sous-populations</u> .....	46
<u>5.1.2-La technique chirurgicale</u> .....	47
<u>5.1.3-Protocole de rééducation</u> .....	49
<u>5.1.3.1-De J0 à J21 :</u> .....	49
<u>5.1.3.2-entre 3 semaines et 4 mois :</u> .....	50
<u>5.1.3.3-entre 4 et 12 mois</u> .....	51
<u>5.1.4-Evaluation clinique</u> .....	51
<u>5.1.5-Evaluation isocinétique</u> .....	52
<u>5.1.5.1-Localisation et type de dynamomètre utilisé</u> .....	52
<u>5.1.5.2-Dates de réalisation des tests et protocoles utilisés</u> .....	52
<u>5.1.5.3-Paramètres isocinétiques mesurés et calculés</u> .....	54
<u>5.1.6-Les tests statistiques utilisés</u> .....	54
<u>5.2-LES RESULTATS</u> .....	55
<u>5.2.1-La population totale</u> .....	56
<u>5.2.1.1-Description générale</u> .....	56
<u>5.2.1.2-Stabilité clinique à 1 an</u> .....	59
<u>-Les échecs</u> .....	60
<u>-Les Genoux Laxes</u> .....	60
<u>5.2.1.3-Les résultats isocinétiques</u> .....	62
<u>-Les valeurs brutes (Nm) des pics de force maximums</u> .....	62
<u>-Les Pourcentages de Déficit par rapport au Côté Témoin</u> .....	63
<u>-Les Pourcentage de Progression entre 4 et 6 mois</u> .....	65
<u>-Les Pourcentages de Progression entre 6 et 12 mois</u> .....	66
<u>5.2.1.4-Résultats Fonctionnels et Satisfaction</u> .....	67
<u>-Evolution des échelles de Tegner et Lysholm</u> .....	68
<u>-Arpège et Arpège subjectif</u> .....	70
<u>5.2.2-Comparaison des quatre sous-populations en termes de douleurs</u> .....	72
<u>5.2.2.1-Description des quatre sous-populations</u> .....	72
<u>5.2.2.2-Comparaison globale par Anova</u> .....	76
<u>5.2.2.3-Comparaison des sous-populations 2 à 2</u> .....	79
<u>5.3-LA DISCUSSION</u> .....	83
<u>5.3.1-Avantages, limites et biais de notre étude</u> .....	83
<u>5.3.2-Résultats de la population générale</u> .....	84

<a href="#">5.3.2.1-Résultats généraux</a>	84
<a href="#">5.3.2.2-Stabilité clinique et modes de fixation</a>	86
<a href="#">5.3.2.3-Echelles fonctionnelles et de satisfaction</a>	87
<a href="#">5.3.2.4-Déficits de force des fléchisseurs mesurés en isocinétisme</a>	88
<a href="#">5.3.2.5-déficits de force des extenseurs mesurés en isocinétisme</a>	93
<a href="#">5.3.3-Les sous-populations</a>	96
<a href="#">5.3.3.1-Sous-population des douleurs antérieures</a>	96
<a href="#">5.3.3.2-Sous-population des douleurs postérieures</a>	100
<a href="#">5.3.3.3-Douleurs globales évocatrices d'une neuroalgodystrophie</a>	102
<a href="#">6-CONCLUSION</a>	105
<a href="#">7-BIBLIOGRAPHIE</a>	108
<a href="#">BIBLIOGRAPHIE</a>	109
<a href="#">8-ANNEXES</a>	118
<a href="#">ANNEXES</a>	118

## **1-INTRODUCTION**

La rupture du LCAE représente une lésion fréquente du jeune sportif. Sa prise en charge a des objectifs à court et à long termes. L'objectif à court terme est de restituer une stabilité du genou suffisante pour permettre au patient selon ses objectifs de reprendre ses activités quotidiennes, professionnelles ou sportives au niveau souhaité sans être gêné par des déroboements itératifs. L'objectif à long terme est également de restituer une stabilité

suffisante mais cette fois pour éviter des lésions méniscales internes secondaires puis la survenue prématurée d'une arthrose secondaire [1, 2].

Même si au début, l'attitude était assez facilement chirurgicale, la durée d'obtention d'un résultat satisfaisant chez des patients finalement peu gênés malgré une rupture objectivée du LCAE a conduit à proposer un traitement fonctionnel chez une partie de ces patients. Noyes et Al. [3] ont les premiers popularisé la règle des trois tiers : quand un tiers des patients va être capable de poursuivre ses activités de loisirs, 1 tiers va s'adapter en restreignant ses activités et un tiers va nécessiter le recours à la chirurgie. Dans ce tiers des cas où le traitement chirurgical est nécessaire, on retrouve des patients souhaitant reprendre un sport pivot-contact (football, handball et basket) ou un sport pivot au même niveau sportif.

Les techniques chirurgicales ont évolué au fil des années avec actuellement un consensus autour du choix de techniques intra-articulaires par autogreffe qui a privilégié ces dernières années le choix du tendon rotulien de la technique de Kenneth Jones. Cependant, la possibilité d'une morbidité liée au prélèvement sur l'appareil extenseur [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11] a induit le renouveau de la plastie tendineuse de la patte d'oie cette fois sans conservation de l'extrémité pédiculée sur le tibia mais avec utilisation des tendons prélevés comme transplant libre selon la technique du DIDT.

Ces différentes attitudes thérapeutiques et chirurgicales ont conduit à définir des critères objectifs et validés d'évaluation des résultats avec les tests cliniques et arthrométriques de laxité [12, 13], les échelles fonctionnelles et de satisfaction [14, 15] puis les tests isocinétiques afin de pouvoir les comparer entre elles.

Nous avons donc repris ces critères validés dans notre étude pour réaliser une étude descriptive prospective au cours des douze premiers mois post-opératoires chez 58 patients ayant bénéficié d'une ligamentoplastie du LCAE de type DIDT. Ces patients ont tous été

opérés par le même chirurgien (Dr Huguet) entre début 2001 et fin 2002 et ont été évalués à 4, 6, 9 et douze mois post-opératoires par un examinateur indépendant (Dr Dauty) entre 2001 et 2003. Les paramètres d'étude utilisés ont été d'une part les échelles de Tegner (Annexe 1-p123) et de Lysholm (Annexe 2-p124) aux 4, 6, 9 et douzième mois ainsi que les score Arpège et Arpège subjectif (Annexe 3-p125) à douze mois et d'autre part les tests isocinétiques en concentrique, des fléchisseurs et des extenseurs aux vitesses angulaires de 60 et 180°/seconde.

Cette étude prospective a donc eu comme objectif de décrire l'évolution de la récupération de la force musculaire des fléchisseurs et extenseurs de genou à 4, 6, 9 et 12 mois post-opératoires tout en appréciant parallèlement l'évolution des échelles fonctionnelles et de satisfaction.

De plus, quatre sous-populations particulières ont été comparées en fonction de l'existence ou non de complications douloureuses au quatrième mois post-opératoire selon les différents paramètres pré-cités.

## **2- LA STABILITE DU GENOU**

### **2.1- GENERALITES**

#### **2.1.1-La stabilité passive**

La stabilité passive est la résultante de plusieurs éléments anatomiques qui se complètent et se compensent selon les circonstances et la position de l'articulation (Annexe 4-p126). Cet ensemble est constitué de la capsule synoviale, des deux ligaments croisés (intra-

articulaires mais extra-synoviaux), des deux ligaments latéraux extra-articulaires, des deux points d'angle postéro-latéraux et des ménisques.

### 2.1.2-La stabilité active

La stabilité active du genou est assurée par l'équilibre musculaire entre le muscle quadriceps et les muscles ischio-jambiers qui sont des groupes musculaires antagonistes de la cuisse. Le triceps sural participe également à cette stabilité par l'intermédiaire des gastrocnémiens et du soléaire. Les gastrocnémiens empêchent le recul des condyles en jouant le rôle de « cales » postérieures actives. Le soléaire, quant à lui, contrôle indirectement le genou en chaîne cinétique fermée (c'est-à-dire lorsque le pied est considéré comme fixé) par stabilisation du segment jambier et participe avec les ischio-jambiers à la limitation du tiroir antérieur.

La contraction des ischio-jambiers est synergique de l'action du Ligament Croisé Antéro-Externe (LCAE) alors que la contraction du quadriceps est responsable d'une mise en tension du LCAE par subluxation antérieure du tibia. La mise en tension du LCAE est en rapport avec une translation antérieure du tibia sous le fémur lorsque les exercices sont réalisés en chaîne cinétique fermée (CCF) et avec un recul du condyle fémoral pour les exercices réalisés en chaîne cinétique ouverte (CCO : le pied n'est plus considéré comme un point fixe).

Quel que soit le mouvement réalisé, il existe une « harmonie » obtenue par l'action des antagonistes freinateurs du mouvement. Cette « harmonie » est assurée par des renseignements fournis de manière quasi-instantanée par des mécanorécepteurs qui évaluent la position de l'articulation du genou à tout moment et qui permettent d'assurer un équilibre constant entre le travail du quadriceps et celui des ischio-jambiers. Ainsi, la sub-luxation antérieure du tibia est évitée et le LCAE n'est pas mis en tension brutalement et dangereusement.

Ces éléments biomécaniques sont importants à prendre en considération pour concevoir la rééducation post opératoire. Il faut donc soigneusement éviter dans un premier temps les exercices qui sollicitent fortement la ligamentoplastie et qui risquent donc de détendre le transplant voire même de le rompre. Ce sont les exercices en chaîne cinétique ouverte, l'application de charges en distalité et les exercices en appui monopodal trop précoces.

### **2.1.3-Exploration clinique de la laxité**

#### **2.1.3.1-Le test de Lachman**

Ce test correspond à la recherche d'un tiroir antérieur à 20° de flexion : une main empaume la partie inférieure de la cuisse (quadriceps relâché) et l'autre main la partie supérieure de la jambe avec le pouce sur l'interligne. La translation antérieure du tibia est alors cotée en croix correspondant à 5 mm de déplacement environ par croix [16].

L'arrêt mou en association avec une translation antérieure est caractéristique d'une rupture du LCAE. Cependant, cet arrêt peut être retardé et dur en cas de laxité physiologique. Ce signe clinique doit alors être constaté de manière bilatérale et symétrique.

#### **2.1.3.2-TAD / TARE / TARI**

Le TAD ou Tiroir Antérieur Direct (test de Palmer) correspond à la translation antérieure du tibia à 90° de flexion. La force de traction peut être augmentée en utilisant les deux pouces comme levier. Le TAD correspond à l'association d'une lésion du LCAE, des coques postérieures et des ménisques

Le TARI ou Tiroir Antérieur en rotation interne (ou test de Slocum) est réalisé genou fléchi à 90°, pied fixé et tibia en rotation externe de 15°. Le TARI explore donc le LCAE et le point d'angle postéro-externe (PAPE).

Le TARE ou Tiroir Antérieur en rotation externe est réalisé de la même manière que le TARI sauf que le tibia est placé en rotation interne à 15° sous le fémur. Le TARE explore le LCAE et le point d'angle postéro-interne (PAPI). Le PAPI qui contrôle le valgus surtout en extension est constitué du 1/3 postérieur du Ligament Latéral Interne, du tendon récurrent du muscle semi-membraneux, la capsule postéro-interne et la corne postérieure du ménisque interne.

### **2.1.3.3-Le Ressaut condylien externe (test du Pivot Shift de Mc Intosh)**

Ce test est pathognomonique de la rupture du LCAE car il met en évidence la subluxation du plateau tibial externe lors du passage de l'extension à la flexion avec sa réduction sous le condyle externe à 30-40° de flexion [17].

Il associe une mise en valgus, une rotation interne de jambe, la compression puis le passage de l'extension à la flexion.

Ce test est difficile à réaliser si le patient a du mal à se relâcher notamment du fait de la douleur ou de l'appréhension et/ou s'il existe un épanchement intra-articulaire abondant.

## **2.2-LE LIGAMENT CROISE ANTERO-EXTERNE (LCAE)**

### **2.2.1-Description anatomique et biomécanique**

### **2.2.1.1-Deux faisceaux principaux**

Le ligament est constitué de deux contingents principaux qui expliquent la possibilité de ruptures partielles et/ou en deux temps du LCAE :

Le faisceau antéro-interne est tendu en flexion et il est défini par son insertion tibiale antérieure et interne. Son insertion fémorale est haute et postérieure de sorte que les fibres les plus antérieures sur le tibia deviennent les plus postérieures sur le fémur.

Le faisceau postéro-externe est tendu en extension et il s'insère sur le tibia en arrière et en dehors du faisceau antéro-interne. Il est plus vertical, plus court et se termine plus bas sur le fémur.

Un troisième faisceau intermédiaire a été décrit mais est à rapprocher du contingent antéro-interne.

Ces faisceaux s'enroulent sur eux-mêmes en rotation externe de haut en bas.

### **2.2.1.2-Insertions et Direction du LCAE**

Le LCAE possède une insertion proximale sur la partie haute et postérieure de la face axiale du condyle fémoral externe. Cette insertion représente une fossette ovalaire qui fait un angle de 25° avec la verticale. L'insertion distale du LCAE se situe sur la surface pré-spinale du tibia juste en arrière de l'insertion antérieure du ménisque interne qui représente une zone triangulaire oblique en arrière.

Le LCAE se dirige donc en arrière et en dehors dessinant de face un angle de 62° sur le genou en extension (de 67° en flexion du fait de la rotation interne du tibia). En moyenne, sa longueur est de 38 mm et sa largeur de 11 mm.

Ses insertions et directions sont indispensables à respecter lors de la réalisation d'une plastie ligamentaire pour conserver l'isométrie du ligament.

Le LCAE peut entrer en conflit avec l'échancrure inter-condylienne soit par la présence d'ostéophytes marginaux soit du fait de facteurs constitutionnels : étroitesse constitutionnelle de l'échancrure ou recurvatum du genou par hyperlaxité. Lors d'une ligamentoplastie, il faudra veiller au bon positionnement des orifices intra-articulaires des tunnels osseux pour éviter d'engendrer un tel conflit. La réalisation d'un agrandissement de l'échancrure par une condyloplastie (ou « notchplasty » ) peut alors être nécessaire [18, 19].

### **2.2.1.3-Composition histochimique et vascularisation**

Le LCAE est constitué principalement de collagène de type I qui représente 80% de son poids sec et qui est responsable des propriétés mécaniques en tension. L'eau et les protéoglycannes représentent 80% du poids frais et sont à l'origine des propriétés élastiques.

La vascularisation du LCAE est essentiellement assurée par des artères collatérales de l'artère articulaire moyenne (issue de l'artère poplitée) qui atteint le ligament près de son insertion fémorale et se distribue le long de la synoviale pour s'anastomoser en bas avec l'assise vasculaire basale des deux ménisques. La vascularisation assurée à partir des insertions osseuses est pauvre.

La vascularisation endo-ligamentaire, assurée par des branches artérielles qui pénètrent le ligament transversalement, est pauvre surtout dans la partie moyenne du

LCAE. La vascularisation médiocre du LCAE explique l'absence de cicatrisation réelle en cas de rupture ainsi que la survenue de nécroses ligamentaires lors des techniques de suture et de réinsertion isolées qui ont de ce fait été abandonnées.

### **2.2.2-Propriétés biomécaniques**

Elles sont définies par la résistance et l'élasticité. La déformation du ligament lors de sa mise en tension passe par plusieurs stades jusqu'à la rupture :

- Mise en tension par alignement du collagène.
- Déformation élastique allant jusqu'à 25% de la longueur avec retour à l'état initial sans lésion.
- Déformation plastique jusqu'à 30 à 45% de la longueur initiale avec lésions microscopiques altérant définitivement le ligament.
- La rupture qui peut être théoriquement complète ou partielle par la présence de deux faisceaux distincts du LCAE. En fait, la rupture partielle est un événement rare.

La résistance à la tension représente la force maximale appliquée avant rupture. Elle est variable selon l'angle de rotation du genou, le degré de flexion et la vitesse de traction mais elle est en moyenne de 1500 à 1700 Newtons [20]. La rigidité est de l'ordre de 180 Newtons/mètres [20].

### **2.2.3-Les Mécanorécepteurs du LCA**

Le LCAE est essentiellement vascularisé par le haut par une branche du nerf sciatique poplité interne.

Autant le LCAE est pauvre en terminaisons nerveuses libres (récepteurs de la douleur) expliquant l'indolence des ruptures isolées du LCAE, autant il est riche en mécanorécepteurs disposés en périphérie qui sont à la base des notions de « proprioceptivité ».

Les mécanorécepteurs sont désormais identifiés et se répartissent en corpuscules de Paccini (ou récepteurs lents de type I) et organes tendineux de Golgi et de Ruffini (ou récepteurs rapides de type II). Ces mécanorécepteurs induisent des signaux qui transmettent une information quasi instantanée du sens du mouvement et de la position de l'articulation (Paccini) ainsi que sur les accélérations et la vitesse du mouvement (Ruffini). Ils permettent donc d'« harmoniser » selon des boucles réflexes médullaires les muscles antagonistes de la cuisse lors du mouvement et sont donc à l'origine de la stabilité active du genou.

Un arc réflexe entre le LCAE et les muscles ischio-jambiers a été décrit par Tsuda et al. [21] avec des messages afférents et efférents via le système nerveux central. En effet, la stimulation électrique du LCA entraîne une augmentation de l'activité soit du biceps fémoral soit du semi tendineux avec un seuil de latence variable (enregistrement EMG par électrodes surface) qui n'existe plus après injection intra articulaire d'anesthésique [21]. Cependant, il existe deux limitations majeures à cette expérience :

1-il s'agit d'une stimulation électrique et non mécanique comme dans le geste sportif mais ce choix a été fait pour permettre une stimulation spécifique du LCAE.

2-il existe une stimulation isolée du LCAE et non de toutes les structures de stabilité adjacentes (système ligamentaire périphérique) comme dans les activités usuelles sollicitant le genou.

Malgré ses limites, l'étude de Tsuda et al. permet d'évoquer une stimulation des ischio-jambiers par la mise en tension du LCAE mais aussi probablement en association avec toutes

les structures adjacentes. En effet, le rôle des ischio-jambiers est protecteur vis-à-vis du LCAE car ils limitent au maximum son étirement afin d'éviter une rupture. Il est donc cohérent qu'ils soient stimulés par l'étirement du LCAE.

#### **2.2.4-Les mécanismes lésionnels du LCAE**

Deux mécanismes sont principalement responsables d'une rupture isolée du LCAE : la rotation interne forcée pure (pied fixé au sol avec genou à 20-30° de flexion, corps pivotant en dehors), l'hyperextension active non appuyée qui provoque la rupture du LCAE sur le toit de l'échancrure intercondylienne. Un cas particulier de traumatisme isolé est également observé chez les skieurs de bon niveau par contraction du quadriceps sur genou hyperfléchi lors du redressement sur une réception en arrière [22].

D'autres mécanismes sont impliqués mais peuvent alors être responsables d'un traumatisme complexe impliquant plusieurs structures (Annexe 5-p127). Ainsi, le mécanisme en valgus-flexion-rotation externe sur pied généralement non appuyé engendre une atteinte isolée du LCAE dans 50% des cas mais aussi souvent une atteinte en premier lieu des éléments internes : le point d'angle postéro-interne et/ou le ligament latéral interne et /ou le ménisque interne puis du LCAE dans les 50% des autres cas. Le mécanisme en varus-flexion-rotation interne fréquent au ski est responsable initialement de lésions du plan externe puis d'une rupture du LCAE par tension excessive.

Une étroitesse constitutionnelle de l'échancrure intercondylienne peut être un facteur favorisant de rupture du LCAE et peut alors expliquer des ruptures bilatérales [18, 19].

## **2.3-ATTITUDE THERAPEUTIQUE APRES RUPTURE DU LCAE**

### **2.3.1-Le traitement fonctionnel**

Le traitement fonctionnel a pour but de rétablir la stabilité du genou malgré la rupture du LCAE et va donc consister à suppléer l'absence de stabilité passive par la stabilité active.

La prise en charge doit être débutée précocement par rapport au traumatisme et doit être réalisée en fonction des douleurs. Initialement, elle associe une prise en charge médicale (lutte contre la douleur et le gonflement par antalgiques, AINS, glaçages et repos) et la reprise de la marche en appui complet d'emblée sous couvert d'une attelle d'extension et de cannes anglaises. Puis, la prise en charge en kinésithérapie va chercher à récupérer les amplitudes articulaires du genou notamment en extension et à renforcer les muscles qui participent au contrôle proprioceptif du genou.

Au terme de ce traitement fonctionnel, les activités de vie quotidienne, professionnelles ou sportives ne doivent pas être entravées par des épisodes d'instabilité. Dans le cas contraire, il existe alors un échec du traitement fonctionnel et donc indication à un traitement chirurgical.

### **2.3.2-Le traitement chirurgical**

### **2.3.2.1-Les indications du traitement chirurgical**

La rupture du LCAE n'est pas une indication chirurgicale en urgence. En effet, un délai nécessaire de cicatrisation, de dégonflement et de récupération des amplitudes articulaires de ce genou doit être respecté avant la réalisation de la ligamentoplastie. Ce délai permet de diminuer les complications post-chirurgicales. Ce délai de quelques semaines communément respecté par les équipes chirurgicales correspond à la mise en œuvre du traitement fonctionnel décrit ci-dessus.

Les indications principales du traitement chirurgical sont donc représentées par l'échec du traitement fonctionnel et le désir de reprise d'un sport pivot en compétition ou un sport pivot-contact quel que soit le niveau de pratique. La présence d'une lésion méniscale importante représente un cas particulier car elle empêche la bonne réalisation du traitement fonctionnel. Il se pose alors le problème de réaliser alors la ligamentoplastie et le traitement de la lésion méniscale dans le même temps opératoire.

### **2.3.2.2-Historique des techniques chirurgicales**

Actuellement, les techniques de suture ou de réinsertion chirurgicale du LCAE sont abandonnées. Le défaut de vascularisation du LCAE rend sa cicatrisation très aléatoire avec des nécroses secondaires observées après de tels gestes [23].

De même, l'utilisation de transplants artificiels comme le Dacron ou le Gore-Tex [24, 25] répandue dans, les années 1980, est abandonnée malgré des avantages de solidité et d'absence de morbidité du site donneur. Les produits de dégradation étaient responsables de phénomènes inflammatoires chroniques et de chondrolyse par libération d'enzymes protéolytiques [26] avec à terme plus de 50% de ruptures à 5 ans par perte d'élasticité [24, 25].

Actuellement, ce sont les plasties intra-articulaires qui sont couramment utilisées avec comme choix du transplant libre soit le tendon rotulien (technique de Kenneth Jones) soit un ou plusieurs tendons des muscles de la patte d'oie (technique du DIDT).

Dans quelques indications particulières, il est encore possible d'avoir recours à des techniques mixtes (intra et extra-articulaires) qui associent au passage intra-articulaire du transplant le retour extra-articulaire sur le condyle latéral assurant un effet de stabilisation du compartiment latéral. Il en existe principalement deux : la technique de Mac Intosh qui consiste en un prélèvement de l'ensemble de l'appareil extenseur (tendons patellaire et quadricipital) mais avec des difficultés de récupération fonctionnelle marquées et la technique qui associe un Kenneth Jones et un Lemaire externe qui consiste à un renfort par laçage externe à partir de la bandelette du fascia lata. Les indications de ces techniques mixtes sont principalement au nombre de deux : l'association de lésions périphériques externes avec un ressaut de grande amplitude et/ ou une laxité en varus ; des facteurs anatomiques prédisposant à la difficulté de contrôle du ressaut (varus, hyperlaxité avec récurvatum).

### **3-LA TECHNIQUE AU DIDT**

#### **3.1-ARGUMENTS DU CHOIX DE LA TECHNIQUE DU DIDT**

La technique chirurgicale de Kenneth Jones est la technique de référence (« gold standard ») pour le traitement des instabilités chroniques de genou liées à une rupture isolée ou non du ligament croisé antérieur. Cette technique consiste en un prélèvement d'une baguette os-tendon-os du 1/3 médian du tendon rotulien homolatéral qui va être utilisée comme transplant libre avec des résultats excellents en termes de stabilité et de satisfaction des patients. Malgré les avantages offerts par cette technique, elle a été incriminée dans la survenue de morbidités liées au prélèvement de l'appareil extenseur. Certaines équipes chirurgicales ont donc été amenées à proposer un nouveau site de prélèvement.

Le prélèvement des muscles de la patte d'oie, qui avait été abandonné devant des résultats insuffisants, s'est alors de nouveau développé mais cette fois selon la technique du transplant libre du DIDT.

Ces muscles possèdent une insertion distale qui se fait au même niveau sur le tibia facilitant ainsi le prélèvement par la même incision de deux tendons notamment du muscle semi-tendineux et du muscle gracile (ou droit interne) cf Annexe 4-p125.

### **3.1.1-Les avantages de la technique de Kenneth Jone**

Le choix de ce prélèvement du tendon rotulien présente deux avantages particuliers.

D'une part, le tendon rotulien offre des résultats biomécaniques équivalents ou même supérieurs à ceux du LCAE natif avec une résistance maximale d'environ 2300 Newtons (soit 150 à 160% des valeurs du LCAE natif) et une rigidité d'environ 600 N/mm pour un prélèvement de 8 à 11 mm de largeur [20].

D'autre part, les extrémités de ce transplant libre sont constituées par les baguettes osseuses tibiales et rotuliennes qui permettent une insertion « à force » du transplant dans des tunnels osseux de diamètre proche et une surface de contact os-os entre le transplant et les tunnels permettant une ostéointégration.

### **3.1.2-Morbidité incriminée de la technique de Kenneth-Jones**

Cette technique donne d'excellents résultats en terme de stabilité et de satisfaction du patient sur l'ensemble des études mais a été incriminée dans la survenue de morbidité du fait du prélèvement de l'appareil extenseur :

#### **3.1.2.1- Déficit de l'appareil extenseur mesuré en isocinétisme**

Un déficit de la force en extension constaté par de nombreuses études avec mesures isocinétiques [27, 28, 29, 30, 7] est souvent marqué et prolongé (entre 10 et presque 40% en fonction des études et de leur recul) et est rapporté au prélèvement de l'appareil extenseur.

Cependant, la lésion du LCAE elle-même par le biais d'un épanchement intra-articulaire suffit pour induire un déficit important de la force en extension. En effet, la faiblesse des extenseurs a été rapportée marquée en pré-opératoire dans certaines études [31, 32, 27, 10] en rapport donc avec les lésions et non avec le prélèvement.

#### **3.1.2.2-Les autres morbidités liées au site donneur**

Mise à part la possibilité de survenue rarissime de fractures de la rotule [33] et de ruptures du tendon rotulien [34, 35], ces complications sont en rapport avec la morbidité du site donneur et peuvent atteindre une fréquence de 40 à 60% [5]. Elles sont de plusieurs types et peuvent être isolées ou associées entre elles.

Ainsi des douleurs antérieures ont été fréquemment rapportées, corrélées le plus souvent aux scores de satisfaction [6] mais aussi dans certaines études avec un défaut de récupération d'amplitudes symétriques [4, 8] avec selon Shelbourn et al., la nécessité de récupérer une extension symétrique pour éviter la survenue de ces douleurs. Cette corrélation n'est cependant pas confirmée par Järvelä et al. [6] ou par Aglietti et al. [36]. Mais, Järvelä et al. [6] retrouvent une association significative entre les douleurs antérieures classées par IKDC et le déficit du pic de force du quadriceps à 60°/sec avec un recul moyen de 7 ans post opératoires alors qu'aucun lien n'existe avec la stabilité clinique, le déficit de la force en flexion et les amplitudes articulaires. Ainsi, Järvelä et al. [6] prônent le renforcement musculaire spécifique du quadriceps comme traitement des douleurs antérieures en avançant l'hypothèse d'un cercle vicieux entre douleurs antérieures et déficit de force en extension.

Une autre morbidité est représentée par la difficulté voire même l'impossibilité de se mettre à genoux et/ou de marcher sur les genoux. Ces douleurs peuvent se révéler très gênantes dans certaines activités sportives ou professionnelles (carreleur, plombier...) qui requièrent ce type de position particulière. Elles ont une incidence élevée avec une persistance à long terme : 80% (mais seulement 10 patients) chez Rosenberg et al. [7], 65% à 2 ans chez Ejerhed et al. [10] et 31% chez Corry et al. [11]. Différentes hypothèses ont été évoquées pour expliquer ces douleurs avec notamment la possibilité de lésions et/ou névromes de branches infra-patellaires du nerf saphène lors du prélèvement du tendon rotulien. Cette hypothèse a conduit à choisir des voies d'abord différentes pour le prélèvement [10]. De même, les défauts osseux tibial et rotulien ont été incriminés dans la genèse de ces douleurs mais leur comblement au cours du geste chirurgical n'a pas permis de diminuer la fréquence de ce phénomène [37]. L'hypothèse de névromes reste donc la plus probable même si ces douleurs étaient retrouvées dans 16 % des cas en pré-opératoire dans l'étude de Ejerhed et al. [10] qui n'étaient pas parvenus à les expliquer définitivement.

Enfin, une difficulté de récupération des amplitudes en particulier en extension a été signalée pour expliquer les douleurs survenant dans cette technique au tendon rotulien. Cependant, le déficit d'extension semble plus en rapport avec le port d'attelle anti-extension [7] ou l'absence de travail des amplitudes complètes en post-opératoire immédiat plutôt qu'en rapport avec le prélèvement de l'appareil extenseur. Par contre, le déficit d'extension s'il est associé à des douleurs importantes mais aussi à une flexion déficiente doit faire évoquer une neuroalgodystrophie méconnue.

### **3.2-DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE CHIRURGICALE AU DIDT**

La description chirurgicale sera détaillée dans le chapitre Etude p 47 (Annexe 6-p128)

Les techniques chirurgicales utilisées diffèrent par le nombre de tendons prélevés, le nombre de brins du transplant et les méthodes de fixation du transplant.

### **3.3-LES MUSCLES DES TENDONS PRELEVES ET LES MUSCLES TESTES**

#### **3.3.1-Les muscles des tendons prélevés**

##### **3.3.1.1- Le muscle semi-tendineux ou demi-tendineux (DT)**

Le terme « ischio-jambiers » regroupe trois muscles : le semi-membraneux, le semi-tendineux et le biceps fémoral. Ces muscles sont tendus entre la tubérosité ischiatique du bassin et l'extrémité supérieure du tibia et de la fibula. Ils sont tous fléchisseurs de la jambe sur la cuisse en chaîne cinétique fermée.

Le muscle semi-tendineux dont le tendon d'insertion distale est prélevé pour le transplant de LCAE naît par un tendon commun avec le chef long du biceps fémoral à la face postérieure de la tubérosité ischiatique, contourne le condyle fémoral médial par en arrière et se termine sur la partie supérieure de la face médiale du tibia (lieu d'insertion des muscles de la « patte d'oie »). Il est fléchisseur de la jambe sur la cuisse, rotateur interne de la jambe, et extenseur de la cuisse sur le bassin quand la jambe est fléchie.

### **3.3.1.2-Le muscle gracile ou droit interne (DI)**

Ce muscle mince et rubané s'étend du pubis au tibia (un des 3 muscles de la « patte d'oie ») sans s'insérer sur le fémur et est médial par rapport aux muscles adducteurs. Son origine est située au niveau de l'ischion et sa terminaison se fait à la partie supérieure de la face médiale du tibia en arrière du muscle sartorius et au dessus du muscle semi-tendineux.

Il possède un rôle dans la flexion du genou et la rotation interne de jambe par ses longues fibres musculaires longitudinales même si son action est essentiellement l'adduction et la rotation interne de la cuisse.

Ce muscle gracile (droit interne) appartient avec le muscle semi-tendineux et le muscle sartorius (couturier) à cette structure définie par le terme « patte d'oie ». La patte d'oie correspond à ces trois muscles qui possèdent une insertion distale localisée au même niveau sur le tibia mais dont les fonctions et innervations sont différentes.

### 3.3.2-Les muscles testés

#### 3.3.2.1-Les extenseurs du genou = le quadriceps et ses 4 chefs

Ce muscle quadriceps est constitué par quatre chefs, séparés à leur origine mais réunis à leur terminaison en une lame aponévrotique et en un tendon commun : le tendon quadricipital. Ces quatre chefs musculaires se répartissent en trois plans : profond (muscle vaste intermédiaire ou crural), moyen (les muscles vaste médial et vaste latéral) et superficiel (muscle droit de la cuisse ou droit antérieur).

Ce muscle puissant est extenseur de la jambe sur la cuisse. En outre, le muscle droit de la cuisse est fléchisseur de la cuisse sur le bassin ou du bassin sur la cuisse suivant le levier osseux qui lui sert de point fixe.

#### -Le muscle vaste intermédiaire ou vaste crural

Il tapisse la face antérieure du fémur et il est recouvert sur sa face antérieure d'une nappe conjonctive qui correspond à la cloison unissant le muscle vaste médial et le muscle vaste latéral. Cette nappe conjonctive permet le glissement du muscle droit de la cuisse. Il possède une certaine indépendance de fonctionnement par rapport aux autres chefs musculaires.

#### -Les muscles vaste médial et vaste latéral

Ces muscles constituent la partie la plus « charnue » du quadriceps et sont la source principale d'amyotrophie après traumatisme ou chirurgie du genou. Ils naissent chacun par une lame aponévrotique épaisse au niveau du grand trochanter et constituent un ensemble de fibres musculaires à obliquité réciproque qui se terminent au niveau de l'insertion commune aux autres chefs.

Leur efficacité est surtout importante pour les 30 derniers degrés d'extension du genou. Mais, les fibres du vaste médial beaucoup plus inclinées forment un rappel interne de la patella sans efficacité quantitative sur l'extension mais leur sidération peut être à l'origine de syndromes douloureux par dysfonctionnement mécanique fémoro-patellaire (problèmes d'engagement de la patella dans la trochlée et de centrage de la patella).

### **-le muscle droit de la cuisse ou droit antérieur**

Le muscle droit de la cuisse naît par 3 tendons de l'ilion et du fémur. Il possède une organisation de type penniforme et une travée conjonctive intramusculaire médiane sur laquelle s'implantent de part et d'autre les fibres musculaires dirigées vers le bas.

Sa morphologie fait de ce muscle une sangle de la face antérieure de la cuisse, destiné en particulier aux tâches statiques de stabilisation et aux tâches excentriques freinatrices de la flexion du genou pied au sol. Ce muscle a également un rôle important lors de la frappe de balle au football.

### **3.3.2.2-Les fléchisseurs du genou**

#### **-Les ischio-jambiers**

cf 3.3.1-Les muscles des tendons prélevés

## **-Le muscle Sartorius**

Il forme un ruban musculaire tendu obliquement de l'épine iliaque antéro-supérieure à la partie médiale de l'extrémité supérieure du tibia. Il est fléchisseur de la jambe sur la cuisse et de la cuisse sur le bassin. Il est aussi rotateur interne et adducteur de hanche.

### **3.4-DIDT et BIOMECANIQUE**

#### **3.4.1-Généralités**

Noyes and Al. [20] ont montré à partir de jeunes cadavres (26+/- 6 ans) que la résistance maximale des tendons prélevés selon la technique du DIDT était nettement inférieure à celle du tendon rotulien. En effet, les valeurs retrouvées et exprimées en pourcentage de la résistance maximale du LCA natif sont de 49% pour le droit interne (ou gracile) et 70% pour le semi-tendineux contre en moyenne 159 à 168% pour le tendon rotulien.

Afin de remédier à cette résistance moindre, plusieurs solutions ont été testées allant de l'utilisation de plusieurs tendons, d'un transplant composite (adjonction d'un ligament en polypropylène = LAD = « ligament augmentation device »), du tressage des tendons et enfin, avec des résultats plus convaincants, la technique à plusieurs brins permettant d'obtenir des transplants doubles, triples et quadruples le plus souvent à partir du prélèvement de deux tendons.

Cette technique a permis, même si elle raccourcit le transplant, d'augmenter sa résistance et sa rigidité [38]. Différentes études se sont donc attachées à mesurer la résistance et la rigidité de transplants en fonction du nombre de tendons prélevés et du nombre de brins réalisés.

#### **3.4.2-Résistance et rigidité du DIDT 4 brins**

Selon l'étude de Wilson et al. [39] réalisée sur des cadavres d'âge moyen de 40 ans, il existe une résistance maximale significativement supérieure du DIDT double brin (2422 +/- 538N) par rapport au 1/3 médian du tendon rotulien (1784 +/- 580N) mais pas de différence significative en terme de rigidité exprimée en Newtons/mm avec des valeurs autour de 200 N/mm.

Les résultats de résistance et rigidité de Hamner et al. [38] sont en accord avec ceux de Noyes et al. [20] ainsi que de Wilson et al. [39] en ce qui concerne les transplants simple ou double brins.

Mais, Hamner et al. [38] se sont également intéressés aux transplants DIDT 4 brins avec des chiffres de résistance et de rigidité significativement supérieurs à ceux du DIDT 2 brins .Il retrouve une résistance maximale de 4 000 Newtons et une rigidité de 600 à 800 N/mm pour un transplant constitué de 4 brins d'environ 10 mm de diamètre ce qui correspond aux résultats de Schatzmann et al [40].

Par contre, le tressage des tendons prélevés et utilisés comme transplant n'est pas recommandé. En effet, contrairement à l'effet recherché, il a été démontré qu'en plus de

changer l'orientation des fibres collagène, le tressage diminue la résistance et la rigidité du transplant selon les études in vitro de Tis et al. [41] et celle plus récente de Millet et al. [42] avec technique au DIDT 4 brins.

### **3.5-PROCESSUS DE « LIGAMENTISATION » DU TENDON**

#### **3.5.1-Maturation et remodelage**

Les tendons et les ligaments sont différents sur le plan histologique et biochimique [43] et c'est donc par un processus de maturation et de remodelage que le tendon va progressivement adopter une structure de ligament avec selon Amiel et al. [43] une évolution en quatre stades qui dure entre 6 et 12 mois. Même si la description initiale d'Amiel concerne un tendon rotulien, il est possible de penser que les tendons semi-tendineux et gracile du DIDT suivent quatre stades comparables:

Les quatre stades décrits par Amiel et al. sont :

- 1- un premier stade de nécrose vasculaire centrale avec acellularité de la partie centrale du transplant à 2 semaines ;
- 2- un second stade de revascularisation entre les 2 et 6<sup>ème</sup> semaines ;
- 3- un troisième stade de prolifération cellulaire (qui débute parallèlement au second stade) dès la 4<sup>ème</sup> semaine ;
- 4- un quatrième et dernier stade qui correspond à la période de remodelage du collagène à partir de la 30<sup>ème</sup> semaine.

Ces stades d'Amiel sont néanmoins discutés. En effet, le stade de nécrose centrale n'est pas retrouvé par Rougraff et al. [44] tandis que d'autres auteurs comme Johnson et al. [45] ont

montré une apparence histologique équivalente du transplant rotulien et du LCAE natif dès le quatrième mois post-opératoire.

Quelques auteurs se sont intéressés à l'évolution histologique du transplant aux ischio-jambiers mais sur l'animal. Ainsi, Goradia et al. [46] ont comparé, chez des moutons, l'aspect histologique d'un transplant autogénique semi-tendineux double brin de moutons à 4, 8, 12, 24 et 52 semaines du geste chirurgical avec les tendons et les LCAE natifs. Ils retrouvent une zone d'hypocellularité centrale à 4 semaines (pas de survie des cellules fibroblastiques tendineuses dans l'environnement synovial [43] ) mais repeuplée à 8 semaines par des cellules fusiformes fibroblastiques probablement d'origine synoviale [43] avec le début d'une organisation en périphérie des fibres collagène de manière longitudinale. Une répartition uniforme de ces fibres est constatée pour quasiment la moitié des transplants à 24 semaines et les trois quarts d'entre eux à 52 semaines. Bien entendu, il existe des limites à cette étude du fait du modèle animal car même si ces animaux n'ont pas été immobilisés ni restreints dans leurs activités, ils n'ont évidemment pas bénéficié d'une prise en charge rééducative. Or, des études ont montré l'effet bénéfique de la mobilisation, du renforcement musculaire et de la mise en tension prudente du transplant sur la maturation et sur la « ligamentisation » du tendon par formation de collagène [8, 47, 48].

Par contre, même si tous les transplants de l'étude de Goradia et al. [46] ont adopté à terme une structure microscopique semblable à celle du LCAE, il n'a pas été démontré que biochimiquement (composition en collagène, eau et protéoglycannes) les deux structures étaient équivalentes ni que des mécanorécepteurs étaient apparus de novo.

### **3.5.2-Mécanorécepteurs et transplant**

Il n'existe pas de mécanorécepteurs, comparables à ceux décrits sur le LCAE natif, au niveau de la structure tendineuse utilisée comme transplant, que ceux décrits sur le LCAE natif.

Pour que l'on puisse affirmer que la proprioception après ligamentoplastie est retrouvée à l'identique, il faudrait être capable de prouver l'apparition de ces mécanorécepteurs sur le transplant. Ainsi, Barrack et al. [49] ont mis en évidence, chez le chien, des mécanorécepteurs sur des transplants de tendon rotulien biopsiés à 6 mois d'une ligamentoplastie dans les cas où la revascularisation du transplant avait été effective. Dans le cas des ligaments synthétiques, aucune apparition de mécanorécepteurs n'avait été notée sur les biopsies [50].

Le processus de ligamentisation ne concernerait donc pas seulement les éléments collagènes et fibreux mais également les éléments neuraux. Cependant, il n'a pas été montré que ces « néo-récepteurs » (retrouvés uniquement chez l'animal) soient fonctionnels et puissent participer via des mécanismes proprioceptifs réflexes à la stabilité du genou. C'est pourquoi, la disposition des mécanorécepteurs en surface justifie pour certains de conserver les reliquats synoviaux autour du transplant lors des ligamentoplasties. Cependant, cette attitude augmente le volume global du matériel situé dans l'échancrure inter-condylienne. Elle peut ainsi exposer à un conflit mécanique avec limitation de l'extension [51] qui se rapproche du phénomène constaté lors de la constitution d'un noyau fibreux ligamentaire et appelé le cyclops syndrome.

### **3.6-REGENERATION DES TENDONS PRELEVES POUR LE DIDT**

A distance de la ligamentoplastie par DIDT, l'examen clinique du creux poplité en flexion forcée retrouve un cordon en lieu et place des tendons prélevés suggérant une régénération de ceux-ci [52]. Plusieurs études ont d'ailleurs montré sur le plan histologique d'une part [52] et sur le plan de l'imagerie [53, 54] d'autre part, qu'il existait une régénération satisfaisante des tendons de la patte d'oie prélevés dans la plupart des cas.

Cependant, cette régénération qui se déroule de la partie proximale vers la partie distale [53] est à l'origine d'une insertion plus proximale de ce néo-tendon sur la partie

médiale du fascia du gastrocnémien et non au niveau du pes anserinus du tibia comme cela est le cas pour le tendon natif [54, 55].

### **3.7-INCONVENIENTS DE LA TECHNIQUE AU DIDT**

#### **3.7.1-Méthodes de fixation et ostéointégration**

La résistance et la rigidité du transplant ne sont pas seulement déterminées par le type et le nombre de tendons utilisés et le nombre de brins réalisés mais également par les méthodes de fixation du transplant.

Alors que les propriétés biomécaniques du DIDT quatre brins ont été démontrées au moins équivalentes à celle du tendon rotulien, l'ostéointégration de ce transplant tendineux nécessite un délai et donc une fixation suffisamment résistante pour permettre une rééducation précoce avant même que l'ostéointégration ne soit effective. Cette fixation est délicate car elle doit s'établir entre une structure tendineuse et une structure osseuse contrairement à la fixation os-os du transplant rotulien. Tant que l'ostéointégration n'est pas effective, le transplant dont la fixation est dépendante des moyens de fixation chirurgicaux, peut se distendre.

L'ostéointégration du transplant du DIDT se déroule au niveau de la surface de contact entre le transplant et l'os avec initialement remplissage de l'interface par du tissu de granulation cellulaire et vascularisé qui mature ensuite vers un tissu fibreux avec développement de fibres collagène en continuité dès la douzième semaine. Enfin, l'incorporation du transplant dans les tunnels a lieu entre 24 et 52 semaines selon Goradia et al. [56] ainsi que Rodéo et al. [57]. Ces constatations faites sur des études animales ont été confirmées par Pinczewski et al. [58] chez l'homme lors de révisions chirurgicales effectuées autour de la quinzième semaine. Pourtant, les études s'intéressant à l'augmentation de la

surface de contact par mise en place de vis d'interférence de manière excentrique et non centrale montrent des résultats contradictoires sur l'ostéointégration [59, 60].

Par contre, le choix d'une méthode de fixation plutôt qu'une autre dans la méthode du DIDT reste encore très controversé en particulier pour la fixation tibiale avec des résultats pas toujours concordants dans les différentes études.

La fixation tibiale du transplant au DIDT reste la plus problématique par la conjonction de deux facteurs principaux : les forces exercées sur le transplant sont parallèles au tunnel osseux tibial et la qualité de l'os tibial métaphysaire est inférieure à celle du fémur. Brand et al. [61] ont montré chez l'animal qu'il existe une corrélation entre la force de fixation du transplant avec des vis interférentielles et la qualité de l'os au contact duquel elles sont mises en place.

Lorsque les vis d'interférence métalliques ou biodégradables sont utilisées dans la technique au DIDT, elles sont fréquemment associées avec des méthodes de fixation corticale en particulier au niveau du tunnel tibial.

Les différentes méthodes de fixation utilisées au niveau cortical, seules ou en association avec les vis interférentielles, peuvent être un système d'endo-button en polyéthylène (Acufex) ou métallique (Storz), une agrafe ou une vis corticale avec rondelle.

Les vis d'interférence biodégradables sont préférentiellement choisies car leurs résultats biomécaniques sont supérieurs à ceux des vis métalliques probablement en rapport avec une géométrie différente [62] mais aussi et surtout dans l'éventualité d'une réintervention. Par contre, le rapport entre la longueur de la vis d'interférence et la force de fixation n'a pas été clairement démontré [62].

### **3.7.2-Morbidité supposée du DIDT**

En mettant à part les considérations biomécaniques et de fixation et en effectuant un parallèle avec la technique utilisant le tendon rotulien comme transplant, il émerge deux craintes majeures liées au choix du transplant au DIDT. D'une part, il pourrait exister un effet délétère sur la force de l'appareil fléchisseur qui est aussi rotateur interne. D'autre part, il pourrait également survenir des douleurs postérieures sur le site de prélèvement.

## **4-EVALUATION ISOCINETIQUE**

### **4.1-HISTORIQUE**

La description initiale de l'évaluation de la force musculaire maximale sur dynamomètre isocinétique a été faite en 1968 par Hislop et Perrine [63]. Cette évaluation de la force a depuis été utilisée comme critère objectif d'évaluation par des équipes chirurgicales et médicales pour mesurer les déséquilibres musculaires chez le sportif ou les effets de méthodes d'entraînement. Au niveau du genou, la mesure isocinétique de la force des fléchisseurs et des extenseurs fait partie depuis plusieurs années de l'évaluation objective post-opératoire des ligamentoplasties de genou.

Il ne faut cependant pas oublier que ces tests n'évaluent pas un muscle mais une fonction qui peut être réalisée par un ou plusieurs muscles. Ainsi, dans notre cas précis, les pics de force en flexion et extension seront en fait le reflet d'un groupe de muscles dont l'orientation des fibres, la proportion de chaque type de fibres musculaires et les fonctions sont variables. Dans notre interprétation, il faudra donc raisonner au maximum en terme de pics de force des fléchisseurs et des extenseurs plutôt qu'en terme d'ischio-jambiers et de quadriceps.

### **4.2-ISOCINETISME ET EVALUATION DES LIGAMENTOPLASTIES**

L'isocinétisme a montré depuis quelques années son intérêt dans l'évaluation des ligamentoplasties de genou. En effet, après ce geste chirurgical, les déficiences résultantes éventuellement majorées par la présence d'un épanchement intra-articulaire et de douleurs sont de trois types. Ces trois déficiences sont une perte de mobilité articulaire, un défaut de force musculaire en flexion et en extension de jambe et un défaut de contrôle proprioceptif du genou en charge.

La prise en charge rééducative consiste à pallier à ces trois déficiences qui sont souvent interdépendantes. La ligamentoplastie et sa prise en charge rééducative sera évaluée à partir de la progression de chacune de ces trois déficiences.

Le développement de la force musculaire par l'individu dépend de la qualité de fonctionnement du genou si bien que la qualité de récupération de la force est le reflet de la qualité de récupération de l'articulation opérée.

Alors que les mobilités articulaires sont facilement évaluées par la goniométrie, l'évaluation de la force musculaire est faiblement reproductible par les méthodes classiques de périmétrie étagée comparative entre côté opéré et côté témoin, de testing manuel et d'évaluation dynamique avec une charge fixe [64, 65]. Le développement des tests isocinétiques a donc permis une évaluation objective de la récupération de la force en post-opératoire qui témoigne de la qualité de récupération de l'articulation.

Par contre, la laxité et la stabilité résultantes du genou ne sont pas évaluées par la méthode isocinétique.

### **4.3-ELEMENTS CONSTITUTIFS DU DYNAMOMETRE ISOCINETIQUE**

#### **4.3.1-Le complexe d'asservissement :**

Le principe d'asservissement est le même en mode isocinétique qu'en mode isométrique où par exemple, lors de la poussée contre un mur, la résistance opposée par le mur est strictement égale à la poussée développée par le sujet. En mode isocinétique, c'est le dynamomètre qui oppose une réaction égale à la force développée par le sujet mais en déplacement à vitesse pré-réglée.

Le complexe d'asservissement est donc défini par un rétro-contrôle actif qui permet de maintenir constante la vitesse (prédéterminée) de l'exercice sur toute l'amplitude articulaire déterminée et contrôlée par des butées quel que soit l'effort développé par le patient.

Le principe d'asservissement est le même en mode isocinétique qu'en mode isométrique où par exemple, lors de la poussée contre un mur, la résistance opposée par le mur est strictement égale à la poussée développée par le sujet. En mode isocinétique, c'est le dynamomètre qui oppose une réaction égale à la force développée par le sujet mais en déplacement à vitesse pré-réglée.

La résistance est auto-adaptée à la force développée par le sujet (si le sujet effectue le mouvement à une vitesse inférieure, il n'y a donc pas de résistance au mouvement) ce qui représente un gage de sécurité [66]. De plus, une butée peut être mise en place au niveau du segment jambier : plus cette butée est placée proximale (tubérosité tibiale antérieure), plus la composante de tiroir antérieur est diminuée [67, 68] mais moins la force musculaire est développée. Il est donc préférable de choisir une butée plus distale pour les tests d'évaluation et proximale lors des protocoles de rééducation. Par ailleurs, il a été montré par Maitland et al. [69] qu'il n'existe pas d'augmentation de la laxité du genou après un test sur dynamomètre isocinétique.

#### **4.3.2-La jauge de contrainte :**

Cette jauge mesure l'effort produit par le patient et est située sur l'axe du dynamomètre. Tout effort produit par le patient tend à augmenter la vitesse du système au-delà de la vitesse pré-réglée. Cela crée une déformation mécanique qui induit une modification du voltage du courant parcourant le système au repos.

Ainsi, après un étalonnage correct, un convertisseur analogique/numérique permet de mesurer l'effort produit en dynamique pour la vitesse constante d'exercice choisie. Cette mesure correspond à un moment de force.

### **4.3.3-Protocoles utilisés et vitesses d'évaluation**

Selon un consensus régional, l'évaluation des ligamentoplasties est réalisée à partir de 3 répétitions à la vitesse angulaire de 60°/sec puis de 5 répétitions à la vitesse angulaire de 180°/sec.

Les auteurs utilisent un nombre différent de répétitions et diverses vitesses angulaires (30°/sec, 60°/sec, 90°/sec, 120°/sec et 240°/sec). La connaissance des caractéristiques des tests isocinétiques est nécessaire pour pouvoir comparer les résultats des différentes études entre eux.

## **4.4-PARAMETRES ISOCINETIQUES**

### **4.4.1-Paramètres mesurés**

Plusieurs paramètres peuvent être quantifiés par le dynamomètre isocinétique selon des mouvements réalisés en mode de contraction concentrique ou excentrique et à différentes vitesses angulaires définies par le protocole.

#### **4.4.1.1-Le moment de force maximum (MFM)**

Le paramètre le plus utilisé (car le plus reproductible) est le moment de force maximum (« peak torque » traduit aussi par couple de force, pic de couple ou moment maximum) qui est

le moment de force le plus élevé développé au cours du mouvement exprimé en newton-mètres (Nm). Le MFM relatif par kg de poids corporel est intéressant lorsque la comparaison entre les deux côtés ne peut pas être réalisée (atteinte bilatérale) ou lorsque l'on souhaite comparer des individus dont le poids et les masses musculaires sont différents.

#### **4.4.1.2-Les autres paramètres mesurés**

A partir du MFM, deux autres paramètres sont mesurés : le travail et la puissance qui correspondent à des intégrales (première et seconde respectivement) du moment de force. De ce fait, ces paramètres sont moins reproductibles que le moment de force.

Le travail maximum correspond à l'intégration de la surface située sous la courbe (MF en ordonnées et angle de flexion en abscisse) et s'exprime en joules (J). Il dépend de l'amplitude du mouvement et il nécessite donc de délimiter des limites angulaires au mouvement de manière identique pour tous les sujets évalués.

La puissance s'exprime en Watts (W) et correspond au produit du moment de force par la vitesse.

L'angle d'efficacité maximale (AEM) correspond à la position angulaire pour la valeur maximale du moment de force est mesuré dans certaines études mais ce paramètre n'est pas reproductible.

#### **4.4.2-Paramètres calculés**

A partir des paramètres mesurés, il est possible de calculer d'autres paramètres classiquement à partir des moments de force maximums. Ces MFM devront avoir été développés pour le même mode de contraction et à même vitesse angulaire.

Il est ainsi possible de calculer une différence en pourcentage entre les deux côtés pour les fléchisseurs et/ou les extenseurs en partant du fait que le côté sain peut être considéré comme le côté de référence. Dans ce cas, l'enregistrement des valeurs se déroule en commençant par le genou sain considéré comme témoin [70, 71]. Ce côté non opéré peut être considéré comme témoin (étude de la validité des tests isocinétiques) sans tenir compte du côté dominant.

On peut également calculer un rapport entre agonistes et antagonistes c'est à dire entre les fléchisseurs et les extenseurs du genou selon un même mode de contraction. Le rapport entre la valeur du moment de force maximum des fléchisseurs en excentrique sur celles des extenseurs en concentrique permet d'identifier un antécédent de lésion musculaire des fléchisseurs. Par contre, ce rapport n'a pas de caractère prédictif d'une récurrence ou d'une nouvelle lésion musculaire [72].

## **4.5-AVANTAGES ET LIMITES DE L'ISOCINETISME**

### **4.5.1-Avantages**

#### **4.5.1.1-Sécurité des tests et objectivité des résultats**

Le premier avantage de l'isocinétisme est représenté par son absence de danger pour le transplant [66]. Cette sécurité est en rapport avec le principe d'asservissement de la force de l'appareil à celle développée par le sujet avec arrêt de la résistance synchrone avec l'arrêt de l'effort musculaire.

Autre avantage, les tests isocinétiques fournissent des résultats objectifs (selon des critères de validité et de reproductibilité) de la fonction articulaire dynamique à des vitesses équivalentes à celles du geste sportif avec cependant la restriction que dans le cas du geste sportif, il existe des phases d'accélération et de décélération qui ne sont pas reflétées par ces tests. Par ailleurs, le principe de l'isocinétisme permet un recrutement maximal sur toute l'amplitude du mouvement par le principe de la résistance asservie.

#### **4.5.1.2-Validité**

Des études de validité ont été mises en œuvre par des auteurs [73, 74] qui ont retrouvé une corrélation significative entre la force isométrique et la force isocinétique même si les coefficients de corrélation tendent à diminuer avec l'augmentation de la vitesse angulaire (recrutement de fibres musculaires différentes).

La validité de ces tests est appréciée par la mise en évidence d'un déficit de force des fléchisseurs et des extenseurs du côté opéré par rapport au côté sain (témoin) qui s'améliore au cours des mois pour disparaître au mieux ou au moins se stabiliser à 12 mois.

#### **4.5.1.3-Reproductibilité des tests isocinétiques**

##### **4.5.1.3.1-Etudes de reproductibilité**

La reproductibilité inter et intrasessions ainsi qu'interobservateurs des tests isocinétiques a été calculée par plusieurs auteurs [75, 76, 77,78].

Pour les mesures du moment de force maximum à vitesse angulaire basse ou élevée, il existe une reproductibilité élevée des test-retests en mode concentrique notamment sur l'appareil de type Cybex Lumex utilisé dans notre étude [79, 80, 81] et qui a été retrouvée comparable pour différentes marques commerciales d'appareils isocinétiques (Kincom , Lido, Merac...). Les coefficients de corrélation des test-retests [82] retrouvés par les différents auteurs se situent entre 0,93 et 0,99 et tendent à diminuer avec l'augmentation de la vitesse angulaire du test.

Le travail (coefficients de corrélation entre 0,91 et 0,96 [79] ) et la puissance possèdent une reproductibilité équivalente à celle du MFM si les limites angulaires sont bien délimitées puisqu'ils correspondent à des intégrations de la courbe du moment de force par rapport au degré angulaire.

Par contre, l'angle d'efficacité maximale ou angle du couple de force maximum, présente une reproductibilité inconstante et en tous les cas insuffisante [83, 84]. L'intérêt de cette mesure et surtout les conclusions qui découlent des résultats doivent donc être nuancés. Nous n'avons d'ailleurs pas tenu compte de ce paramètre dans notre étude.

#### **4.5.1.3.2-Conditions pratiques de reproductibilité des tests**

La reproductibilité des mesures est également conditionnée par la technique même de leur réalisation.

L'installation du patient doit être soigneusement réalisée et les cotations enregistrées afin de réinstaller le patient de manière identique pour les tests suivants. Le sanglage permet de limiter au maximum les phénomènes de compensation. La familiarisation du patient avec la machine est également nécessaire.

La mise en place de butées de limitations articulaires permet, en plus d'assurer une plus grande sécurité et de déterminer précisément l'amplitude articulaire analysée, une meilleure reproductibilité des tests [85].

La force de gravité doit être prise en compte puisque dans le mouvement de flexion-extension du genou, elle s'exerce contre l'extension et en faveur de la flexion. Cette correction actuellement réalisée de manière automatique sur les appareils est donc surtout importante pour le calcul des ratios agoniste/antagoniste.

Enfin, selon l'étude de Batzopoulos et al. [86], la visualisation des courbes pendant les tests peut être à l'origine de variations du pic de force. Il faut donc préciser cette notion de contrôle visuel lors des protocoles.

#### **4.5.2-Les limites de l'isocinétisme**

La limite principale des tests isocinétiques est liée au principe même de l'isocinétisme qui reste un test effectué sur un mouvement contrôlé qui ne correspond pas à une gestuelle habituelle. En effet, il s'agit d'un mouvement contrôlé, à vitesse constante, sur un secteur angulaire limité et réalisé en chaîne cinétique ouverte. Il ne reflète donc pas exactement la fonction du genou dans la pratique sportive ou même quotidienne. En effet, les mesures réalisées en utilisant de grandes vitesses angulaires, qui sont de plus moins fiables car elles ne sont pas isocinétiques sur toute l'amplitude du mouvement, sont parfois insuffisantes en comparaison des vitesses de réalisation de certains gestes sportifs.

Par ailleurs, comme il l'a déjà été précisé, les tests isocinétiques n'évaluent pas la stabilité du genou même s'ils peuvent en être le reflet indirect.

Enfin, une fois pris en compte le poids du patient et l'action de la gravité sur le segment du membre étudié, il s'agit de motiver vocalement le patient afin que celui-ci fournisse un effort maximal tant en extension qu'en flexion de genou [80, 87].

#### **4.5.3-Contre-indications aux tests isocinétiques**

Selon les recommandations de l'ANAES (2001), il existe deux contre-indications absolues à la réalisation de tests isocinétiques : une pathologie cardio-vasculaire non équilibrée (Angor, HTA) et la présence d'une fracture non consolidée.

Les contre-indications relatives à la réalisation de ces tests sont : des douleurs de l'articulation au repos, un épanchement intra-articulaire, une lésion ligamentaire récente, des antécédents d'épilepsie et la grossesse (par principe de précaution).

## **5-L'ETUDE**

### **5.1-LA METHODE**

#### **5.1.1-La population**

##### **5.1.1.1-La population totale**

Les patients inclus étaient des patients ayant bénéficié d'une ligamentoplastie du LCAE selon la technique du DIDT par le Dr Huguet à la polyclinique de l'Atlantique entre début 2001 et fin de l'année 2002.

Les critères d'exclusion retenus étaient l'âge inférieur à 16 ans ou supérieur à 48 ans, la survenue d'un sepsis précoce, la présence d'une lésion ligamentaire grave du genou controlatéral, un antécédent de ligamentoplastie homolatérale ou controlatérale, un antécédent de lésion musculaire grave homolatérale ou controlatérale, un geste d'ostéotomie associé à la ligamentoplastie, l'existence d'une contre-indication à la réalisation des tests isocinétiques et l'absence de possibilité de suivi sur douze mois.

### **5.1.1.2-Les quatre sous-populations en fonction des douleurs**

#### **5.1.1.2.1-Détermination des sous-populations**

Lors de la réalisation des tests isocinétiques du quatrième mois, les patients étaient systématiquement interrogés sur l'existence de douleurs persistantes spontanées et ou à l'effort. Dans le cas où des douleurs étaient décrites, il était demandé de les situer le plus précisément possible par rapport au genou (face antérieure, face postérieure, douleur globale du genou).

Quatre sous-populations particulières ont ainsi été déterminées au quatrième mois.

#### **5.1.1.2.2-Description des quatre sous-populations**

La première sous-population (population 0) correspond aux patients sans douleurs au quatrième mois. Elle est constituée de 41 patients sur 58 soit 70,7% de notre population totale .

17 patients présentaient des douleurs au quatrième mois et deux d'entre eux ont été exclus ensuite en raison de la survenue d'un sepsis tardif au sixième mois pour l'un et pour l'autre du fait de l'absence de tests isocinétiques aux 9 et 12èmes mois pour l'autre. Les 15 patients restants ont ensuite été répartis en trois populations en fonction du siège de leur douleur au quatrième mois.

La seconde sous-population (population 1) correspond aux patients ayant décrit au quatrième mois des douleurs situées à la face antérieure du genou et survenant à la fois à l'activité et de manière spontanée.

La troisième sous-population (population 2) correspond à des patients ayant décrit des douleurs situées à la face postérieure ou postéro-latérale du genou au quatrième mois.

Enfin, la quatrième et dernière sous-population (population 3) correspond à des patients qui présentaient des douleurs « globales » du genou c'est-à-dire à la fois antérieures et postérieures au quatrième mois dans un contexte de difficultés de récupération des amplitudes articulaires du genou voire même de perte de degrés d'amplitude après une période de récupération faisant évoquer un diagnostic de neuroalgodystrophie (ou syndrome régional complexe douloureux de type I) [88].

### **5.1.2-La technique chirurgicale**

Les interventions chirurgicales ont toutes été réalisées par le même chirurgien (Dr HUGUET) à la Polyclinique de l'Atlantique (St Herblain - Loire-Atlantique) selon la technique du DIDT 4 brins durant la période 2001-2002.

Le premier temps opératoire a consisté après repérage, à prélever par voie interne les tendons homolatéraux des muscles semi-tendineux (DT) et gracile (DI= droit interne). Ces tendons sont ensuite libérés de leur vinculae et détachés des fibres musculaires à l'aide d'un strippeur. Après avoir éliminé les fibres musculaires restantes, ces deux tendons d'environ vingt centimètres sont repliés pour obtenir un transplant quatre brins. Les deux extrémités de ces deux tendons sont faufilees pour les tubuliser sur 25 mm de long à chaque extrémité et obtenir ainsi dans le même temps des fils de traction. Le transplant obtenu est alors calibré pour déterminer à la fois le diamètre des tunnels et donc des vis.

Le reste de l'intervention est réalisée sous une voie arthroscopique. Dans un premier temps, l'articulation est explorée selon les 2 voies arthroscopiques. L'état du LCAE résiduel est évalué et les éventuelles lésions méniscales sont repérées au cours de ce même geste chirurgical et traitées si cela est possible. L'échancrure intercondylienne et les vestiges du LCAE sont nettoyés et une condyloplastie (« notchplasty ») est réalisée si l'échancrure est trop étroite. Un premier tunnel borgne de diamètre égal à celui du transplant calibré et de 25 mm de longueur est réalisé par voie arthroscopique interne au niveau de la face médiale du condyle latéral (après repérage par le viseur). Le second tunnel est percé, à partir de l'incision initiale, et se termine en intra-articulaire au niveau de l'insertion tibiale du LCAE. Ces tunnels doivent être situés de manière à permettre la bonne isométrie finale du transplant. Le transplant calibré va ensuite être mis en place dans les tunnels grâce aux fils de traction.

La fixation du transplant va être effectuée par des vis d'interférence résorbables en PLA (acide polylactique). Dans un premier temps, c'est la vis fémorale de 25 mm de long et de diamètre égal au calibrage du transplant qui est mise en place. Puis la vis tibiale (bio RCI 8/35), de 35mm de longueur et de diamètre d'1mm de plus que le diamètre du transplant est mise en place. La fixation tibiale est renforcée par une agrafe tibiale.

Les différentes incisions (prélèvement des tendons et voies arthroscopiques) sont ensuite refermées sur un drain aspiratif intra-articulaire et une attelle d'extension est mise en place.

### **5.1.3-Protocole de rééducation**

#### **5.1.3.1-De J0 à J21 :**

-Drain en post-opératoire conservé pour une durée d'environ 48 à 72 heures (en fait ôté quand il ne donne plus)

-Traitement systématique par antalgiques de palier adapté à la douleur

-Prévention des accidents thrombotiques par une anticoagulation à dose prophylactique par Héparine de Bas Poids Moléculaire (en l'absence de contre-indications) associée à des bandes de contention grade II. Cette prévention est poursuivie jusqu'à obtention d'une déambulation suffisante (3 semaines en moyenne).

-Attelle d'extension conservée pendant les 3 premières semaines (en fait adaptée au délai d'acquisition du verrouillage quadricipital).

-Mise en place de bandes de contention au-dessus du genou, glacages protégés du genou et prescription d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (en l'absence de contre-indications) pour faire « dégonfler » le genou.

-Soins de masso-kinésithérapie dans le but de :

1-Travailler le gain d'amplitude du genou en flexion et en extension (sans chercher à récupérer un recurvatum préexistant) sans limitation angulaire particulière mais « sans

forcer » en particulier en cas d'épanchement intra articulaire important (risque de distension de la plastie).

2-Lever la sidération musculaire du quadriceps puis débiter le travail isométrique en chaîne cinétique fermée et semi-fermée en fonction de la tolérance du genou (douleurs, gonflement...).

3- Reprendre la marche en appui complet autorisé dès J1 sous couvert de 2 CA et d'une attelle d'extension conservée jusqu'à l'acquisition du verrouillage quadricipital en charge (3 semaines en moyenne).

#### **5.1.3.2-entre 3 semaines et 4 mois :**

L'objectif de cette période est de retrouver les activités sédentaires avec autorisation de la pratique des escaliers. Les soins de masso-kinésithérapie consistent donc en :

-La poursuite du travail de récupération des amplitudes (sans chercher le recurvatum)

-Le début du travail de renforcement du quadriceps et des ischio-jambiers en chaîne cinétique fermée puis en chaîne cinétique ouverte prudente pour les ischio-jambiers.

-Le travail d'étirement des ischio-jambiers selon les techniques de tenu-relâché en fonction des douleurs notamment postérieures du patient. En pratique, ce travail est débuté au troisième mois.

-Le travail de reprogrammation Sensori-Motrice.

-Le travail de reconditionnement à l'effort : vélo, piscine, rameur à adapter à la tolérance du genou.

La reprise des activités professionnelles est en général effective entre 1 à 4 mois post-opératoires et est liée aux contraintes de chaque activité professionnelle.

### **5.1.3.3-entre 4 et 12 mois**

La reprise du footing est autorisée au 4<sup>ème</sup> mois si le déficit du quadriceps au test isocinétique du 4<sup>ème</sup> mois est inférieur à 30% et que le genou ne gonfle pas ou peu et qu'il n'existe pas de douleurs.

Progressivement au 6<sup>ème</sup> mois, la reprise des sports non contact est autorisée avec des accélérations, des sauts et réceptions. Au-delà de 9 à 12 mois, les sports pivot-contact sont autorisés s'il existe une récupération de force satisfaisante sur les tests isocinétiques avec un déficit de force en extension inférieur à 20% et un déficit de force en flexion inférieur à 10% associé à un examen clinique satisfaisant.

### **5.1.4-Evaluation clinique**

Les évaluations cliniques ont été réalisées par un médecin rééducateur aux 4, 6, 9 et 12èmes mois post-opératoires avec à chaque fois un examen clinique et un interrogatoire minutieux pour pouvoir remplir les échelles fonctionnelles de Tegner [14] et de Lysholm [15] ainsi que l'Arpège et sa composante subjective (Arpège subjectif) à douze mois.

L'examen clinique s'est attaché à déterminer les amplitudes articulaires du genou, la présence d'un épanchement intra-articulaire et/ou de signes inflammatoires locaux, la stabilité clinique, l'amyotrophie quadricipitale, la localisation de points douloureux.

Lors de la consultation du quatrième mois, les douleurs ainsi que leur localisation ont été soigneusement consignées permettant de distinguer quatre sous-populations en fonction des douleurs : une population sans douleurs, une population avec des douleurs antérieures, une population avec des douleurs postérieures et enfin une population avec des douleurs globales du genou.

Ces examens et interrogatoire ont permis de déterminer les scores fonctionnels et de satisfaction de Tegner et Lysholm à 4, 6, 9 et 12 mois ainsi que l'Arpège et l'Arpège subjectif (satisfaction du patient vis-à-vis du geste chirurgical) à 12 mois.

A 12 mois, la laxité clinique a été évaluée par le test de Lachman, le Tiroir Antérieur Direct, les Tiroirs Antérieurs en rotation interne et en rotation externe. Dans le même temps, la recherche d'une instabilité a été réalisée selon la manœuvre du ressaut (test du Pivot Shift).

#### **5.1.5-Evaluation isocinétique**

##### **5.1.5.1-Localisation et type de dynamomètre utilisé**

Les tests isocinétiques ont été réalisés sur un dynamomètre de type Cybex Norm (cf Annexe 7-p130) commercialisé par Lumex Incorporation (2100 Smithtown avenue, Ronkova, NY 11779-0903, USA). L'étalonnage de ce dynamomètre isocinétique est effectué une fois par mois selon les recommandations du constructeur.

Ces tests ont eu lieu dans le service de Médecine du Sport du CHU de Nantes dans l'enceinte de l'Hôpital Saint-Jacques à Nantes.

##### **5.1.5.2-Dates de réalisation des tests et protocoles utilisés**

Les tests isocinétiques ont été réalisés au cours de consultations aux 4, 6, 9 et 12èmes mois post-opératoires. Il s'agissait de tests en mode concentrique de la flexion et de

l'extension à des vitesses angulaires lente ( $60^{\circ}/\text{seconde}$ ) et rapide ( $180^{\circ}/\text{sec}$ ) selon le protocole décrit ci-dessous. L'enregistrement des valeurs se déroulait en commençant par le genou sain considéré comme témoin sans tenir compte du côté dominant.

Le test débute par l'installation du patient assis dos calé avec la hanche fléchie à  $90^{\circ}$  en alignant l'axe du dynamomètre avec l'axe du genou. Le sujet a été sanglé à l'aide d'un harnais au niveau du buste et deux sangles : l'une serrée autour de la cuisse testée et l'autre autour du 1/3 inférieur du segment jambier. Cette immobilisation permet d'une part d'obtenir un mouvement articulaire dans un seul plan de l'espace et d'autre part de limiter au maximum les phénomènes de compensation.

Ces données d'installation ont ensuite été mémorisées afin de réaliser tous les tests du même patient selon la même position. Le secteur angulaire de mobilité du genou a été limité entre  $0^{\circ}$  d'extension et  $100^{\circ}$  de flexion par la mise en place de butées. Le calcul de la gravité a été effectué à  $45^{\circ}$  de flexion selon les recommandations du constructeur.

Le patient va ensuite s'échauffer et se familiariser avec la machine en réalisant une dizaine de contractions sous maximales.

Les tests isocinétiques ont été réalisés avec encouragement vocal « soutenu » afin d'obtenir la meilleure participation possible du patient selon le protocole en mode concentrique : 3 répétitions à la vitesse angulaire de  $60^{\circ}/\text{seconde}$  puis 5 répétitions à la vitesse angulaire de  $180^{\circ}/\text{seconde}$ , ces deux séries étant entrecoupées de 20 secondes de récupération.

Les résultats ont été enregistrés en retenant comme valeur, le moment de force maximum obtenu (et non pas la moyenne comme dans certaines études) sur les différentes répétitions et sera exprimée en Newtons-mètres (Nm).

Enfin, le patient est réinstallé afin de tester le membre opéré selon la même procédure.

### **5.1.5.3-Paramètres isocinétiques mesurés et calculés**

Précédemment, lors de la description de l'isocinétisme, nous avons rappelé qu'il était possible de mesurer différents paramètres isocinétiques mais que le moment de force maximum (également appelé peak torque, pic de couple, couple de force et moment maximum) était la valeur la plus reproductible.

Nous avons choisi de mesurer comme paramètre de jugement principal la valeur du moment de force maximum des extenseurs et des fléchisseurs exprimée en Nm (cf Annexe 8-p131) et de calculer à partir de ces valeurs mesurées, le pourcentage de déficit du côté opéré par rapport au côté sain (témoin) aux 4, 6, 9 et 12 èmes mois post opératoires à la fois sur les extenseurs et sur les fléchisseurs.

Les pourcentages de progression des extenseurs et des fléchisseurs à la fois du côté opéré et du côté non opéré entre les 4 et 6èmes mois et entre les 6 et 12èmes mois post-opératoires ont également été calculés.

### **5.1.6-Les tests statistiques utilisés**

La base de données a été créée sur Excel<sup>®</sup> à partir des dossiers patients et les tests statistiques ont fait appel au logiciel SPSS<sup>®</sup> 11.0.

Concernant l'analyse descriptive, les variables quantitatives (résultats des tests isocinétiques) de la population ont été décrites par leur moyenne, écart-type, minimum et maximum tandis que les variables qualitatives sont représentées directement par le nombre de patients ou leur pourcentage de la population totale.

La comparaison entre les progrès de la jambe témoin et de la jambe opérée (variable quantitative) a été effectuée par un test t parié de Student avec  $p \leq 0,05$  comme seuil de significativité.

La comparaison des résultats des tests isocinétiques et des échelles fonctionnelles des quatre sous-populations a été réalisée selon un test Anova complétée par un test post-hoc de Bonferroni pour différencier les populations avec comme seuil de significativité  $p \leq 0,05$ .

## **5.2-LES RESULTATS**

## **5.2.1-La population totale**

### **5.2.1.1-Description générale**

Notre population totale était de 69 patients dont 11 ont été exclus, soit pour dossier incomplet (10 patients), soit pour la survenue précoce d'un sepsis (1 patient). 58 patients ont donc constitué notre population générale (Tableau p61)

L'étude descriptive prospective a été réalisée entre 2001 et 2003 et porte donc sur 58 patients : 13 femmes (22,4%) et 45 (77,6%) hommes d'âge de 29,7 ans +/- 8,4 [16-48] au moment de l'intervention.

La taille moyenne était de 175 cm +/- 8,7 [156-192] et le poids moyen de 73,5 +/- 11,8 [52-100].

Le ratio genoux gauches / droits opérés était de 27/31.

### **-Sport pratiqué et niveau sportif**

Sur nos 58 patients, trente (51,7%) pratiquaient leur sport uniquement en loisir ou se sont blessés au cours de leur activité professionnelle (4 accidents du travail). Les vingt-huit

patients restants (48,3%) étaient des sportifs compétiteurs dont cinq de niveau national, huit de niveau régional et quinze de niveau départemental.

Ces 53 patients sportifs pratiquaient le football (25) , le ski (6) , le tennis (5) ,le hand-ball (3),le basket (3) ,le volley-ball (3) ,l'athlétisme (2),le VTT (2),les sports de combat (2),le rugby (1) et le tennis de table (1).

L'objectif Tegner a été défini par le type et le niveau d'activité sportive que le patient souhaitait retrouver après sa ligamentoplastie et au terme de sa prise en charge rééducative. Cet objectif Tegner était par conséquent égal à 9 pour 1 patient, à 8 pour 3 patients, à 7 pour 16 patients, à 6 pour 16 patients , à 5 pour 12 patients et à 4 pour les 10 derniers.

### **-Traumatisme responsable**

Le traumatisme responsable était représenté dans 46 cas par un accident de sport, dans 4 cas par un accident de travail et dans 1 cas par un accident de chasse. Il n'a pas pu être précisé dans 7 cas (cas d'instabilités chroniques).

Les sports en cause dans les quarante six cas d'accidents de sport étaient principalement le football (21 patients). Ensuite ont été retrouvés par ordre de fréquence le ski (8), le hand-ball(3), le basket (2), le rugby (2), le volley (2), les sports de combat (2), le VTT(1), la gym (1), le saut (1),le tennis(1).Enfin, dans les deux derniers cas, le sport en cause n'a pas pu être précisé.

### **-Geste chirurgical**

Le délai moyen entre le traumatisme et le geste chirurgical était de 6,42 mois +/- 5,4 avec des extrêmes compris entre 1 et 19 mois pour les 35 patients chez lesquels ce délai a pu être précisé. Chez 13 patients ce délai était inférieur ou égal à 3mois (dont 4 <= 1 mois),

inférieur ou égal à 6 mois chez 13 autres et supérieur à 6 mois (dont 7  $\geq$  12 mois) chez les 9 derniers.

A partir des compte-rendus opératoires, nous avons pu retrouver qu'un geste associé à la ligamentoplastie de type DIDT avait été effectué dans 24 cas sur 58. Il s'agissait d'un geste sur le ménisque interne dans 17 cas, sur le ménisque externe dans 6 cas et sur les deux ménisques dans 1 cas.

### **-Rééducation**

La rééducation a eu lieu dans un premier temps en centre de rééducation pour 29 patients avec une durée de séjour moyenne de 3,45 semaines +/- 1,4.

Les séances de kinésithérapie réalisées après le centre de rééducation ou d'emblée en externe ont été de 25,7 séances en moyenne avec des extrêmes variant entre 0 et 60.

### **-Les Complications**

Dans notre population de 58 patients, une complication à type de sepsis tardif a été authentifiée avec mise en évidence du germe.

## **DESCRIPTION DE LA POPULATION TOTALE**

<b>POPULATION TOTALE</b>		<b>58</b>
<b>Femmes / Hommes</b>		<b>13 / 45</b>
<b>Gauches / Droits</b>		<b>27 / 31</b>
<b>Sport/ Sédentaire</b>	Football	<b>25</b>
	Ski	6
	Tennis	5

	Handball	3
	Basket-ball	3
	Volley-ball	3
	Athlétisme	2
	Sport de combat	2
	VTT	2
	Rugby	1
	T de table	1
	sédentaires	<b>5</b>
<b>Niveau Sportif</b>	Loisirs/AT	30 / 4
	CD	15
	CR	8
	CN	5
<b>Objectif Tegner</b>	Tegner 9	1 (1,7%)
	Tegner 8	3 (5,2%)
	Tegner 7	16 (27,6%)
	Tegner 6	16 (27,6%)
	Tegner 5	12 (20,7%)
	Tegner 4	10 (17,2%)
<b>Traumatisme</b>	Sport	46
	Chasse	1
	AT	4
	NC	7
<b>Délai traum</b>	NC	4
<b>Moyenne (n)</b>	NC	9
	NC	13
	NC	9

### 5.2.1.2-Stabilité clinique à 1 an

cf Tableau p64

Les tests de laxité clinique et d'instabilité ont été réalisés à un an post-opératoire chez 54 de nos patients. Les données des quatre patients restants n'ont pas pu être retrouvées.

Aucun de nos patients ne présentait d'instabilité clinique mais deux d'entre eux décrivaient des appréhensions marquées nécessitant un contrôle volontaire de leur genou.

Chez ces deux patients, un laxité à ++ avec arrêt mou a été retrouvée sur le test de Lachman en association avec un ressaut témoignant de la faillite de leur ligamentoplastie.

### **-Les échecs**

cf Tableau p64

Sur ces deux échecs (soit 3,7% des 54 patients) retrouvés avec une rupture de la ligamentoplastie, l'un d'entre eux est survenu dans le cas particulier représenté par le sepsis tardif .

Sur le plan fonctionnel, une régression du score de Lysholm au fil des mois est survenue contrairement à ce qui a été rapporté pour notre population globale. Le score de Lysholm était même catastrophique à 6 et à 12 mois dans le cas où il y a eu une complication à type de sepsis. Parallèlement, dans ce cas de sepsis, le score de Tegner a stagné entre 6 et 12 mois mais est tout de même resté nettement en dessous de l'objectif qui était à 6.

Dans le second cas, le score de Tegner a même regressé et est passé d'un score de 5 à 6 mois à un score de 4 à 12 mois. Les scores Arpège et Arpège subjectif ont confirmé que le patient était mécontent de la chirurgie (Arpège subjectif = 3).

Globalement, il faut retenir que dans ces deux cas d'échecs authentifiés avec rupture du transplant ( Lachman ++ arrêt mou et ressaut positif), les scores fonctionnels ont regressé au fil du temps et que dans le cas où il a pu être précisé, le patient était mécontent de sa chirurgie.

### **-Les Genoux Laxes**

cf Tableau p64

Nous avons retrouvé dans notre série 8 genoux laxes (soit 14,8% des 54 patients testés cliniquement à 1 an) définis par un Lachman et/ou un Tiroir Antérieur à une croix retrouvé(s) de manière asymétrique.

Il n'a été noté aucune complication majeure sur ces genoux laxes et les résultats d'Arpège Subjectif sont satisfaisants à savoir sur les 3 connus : 2 patients satisfaits avec des Arpèges respectifs à 36 et 39 et 1 patient très satisfait avec un Arpège à 42.

Ces patients semblent moins satisfaits que la population générale. Sur ces huit patients, nous disposons des Tegner à 12 mois pour 6 d'entre eux. Sur ces 6 patients, 4 ont retrouvé leur objectif sportif à 1 an selon l'échelle de Tegner mais il s'agissait d'objectifs très modérés à 4 pour 3 cas et à 6 pour le dernier cas. Les deux autres ont respectivement perdu 1 et 2 points.

### STABILITE CLINIQUE A 1 AN

				-/+	+	++
N = 5	TAD = Tiroir Antérieur Direct ; TARI = Tiroir Antérieur en rotation interne ; TARE = Tiroir Antérieur en rotation externe .					
LACH				11	7	1
TAI				10	6	1
TAR				8	3	-
TARE			27	24	2	1
Ressaut	27	25	-	2	-	

## ECHECS ET GENOUX LAXES

<u>RUPTURES</u>	Sport/ niveau	Objectif T	T	T	T	T	L	L	L	L
			4 M	6 M	9 M	12 M	4 M	6 M	9 M	12 M
N°1 (sepsis)	Foot / CD	6	3	4	-	4	94	85	-	60
N°2	Foot / L	6	-	5	-	4	-	95	-	80

<u>GENOUX LAXES</u>	Sport / niveau	A.(/42) / A.subj.	O.T/T 12M	L	Complication
N° 1	Sédentaire	-	4/4		-
N°2	Foot / CN	-	9/-	100 (6M)	-
N°3	Ski / L	39 / 2	4 / 4	96	-
N°4	Tennis / CD	-	6 / 4	90	Dlrs ant
N°5	AT	36 / 2	5 / 4	90	Algo
N°6	T. de T / L	42 / 1	4 / 4	100	-
N°7	Foot / L	41 / 2	6 / 6	96	-
N°8	Tennis / L	-	7/-	-	Dlrs ant

M = mois ; T = Tegner ; O.T = Objectif Tegner ; L = Lysholm ; A. = Arpège ; subj = Arpège subjectif ;  
L = loisirs ; CD = Compétiteur départemental ; CR = Compétiteur régional ; CN = Compétiteur national ;  
AT = Accident Travail ; T. de T = Tennis de table.

### -Les valeurs brutes (Nm) des pics de force maximums

Valeurs brutes en Nm	4 mois	6 mois	9 mois	12 mois
Ext T 60°/sec	190,9 +/- 50,2 [107, 314]	195,9 +/- 45,9 [96, 273]	193,5 +/- 48,6 [106, 288]	196,9 +/- 45,4 [109, 293]
Ext op 60°/sec	125,2 +/- 46,2	150,3 +/- 54	155,5 +/- 49,1	161,4 +/- 42,5

	[55, 219]	[59, 234]	[78, 242]	[86, 264]
<b>Ext T 180°/sec</b>	121,9 +/- 31,2 [58, 184]	129,4 +/- 31,7 [55, 184]	133,4 +/-34,4 [77, 187]	131 +/-28,2 [74, 190]
<b>Ext op 180°/sec</b>	87,5 +/- 31,3 [35, 151]	102,5 +/- 34,7 [36, 173]	109,6 +/- 34,1 [58, 167]	114,8 +/- 28,5 [59, 190]
<b>Flech T 60°/sec</b>	108,3 +/- 28,9 [58, 184]	117,1 +/- 32,1 [58, 181]	118 +/- 35,7 [57, 207]	119,9 +/- 27,9 [56, 205]
<b>Flech op 60°/sec</b>	81,9 +/- 27,6 [11, 137]	95,2 +/- 27,3 [46, 146]	101 +/- 28,7 [57, 162]	100,2 +/- 23,7 [54, 147]
<b>Flech T 180°/sec</b>	77,5 +/- 21,9 [39, 138]	85,8 +/- 24,6 [42, 141]	86,5 +/- 27,1 [43, 146]	87,7 +/- 20,1 [43,144]
<b>Flech op 180°/sec</b>	61,6 +/- 19,2 [25, 111]	70,9 +/- 20,4 [38, 113]	75,4 +/- 22,3 [41, 118]	74,2 +/- 20,2 [39, 113]

**-Les Pourcentages de Déficit par rapport au Côté Témoin**

<b>% age déficit</b>	<b>4 mois</b>	<b>6mois</b>	<b>9 mois</b>	<b>12 mois</b>
<b>Flech 60°/sec</b>	22,2% +/-17,7 [-15 , 65]	15,8% +/-12,9 [-13 , 46]	12,5% +/-14,4 [-16 , 46]	11,6% +/-16 [-23 , 48]
<b>Flech 180°/sec</b>	18,2% +/-16,3 [-25 , 55]	13,6% +/-13,4 [-11 , 40]	11,7% +/-14,7 [-17 , 42]	10,6 % +/-15,4 [-20 , 37]
<b>Ext 60°/sec</b>	35% +/-16,9 [-14 , 64]	24% +/-17,2 [-13 , 60]	21,7% +/-13 [-4 , 44]	15,4% +/-16,4 [-18 , 49]

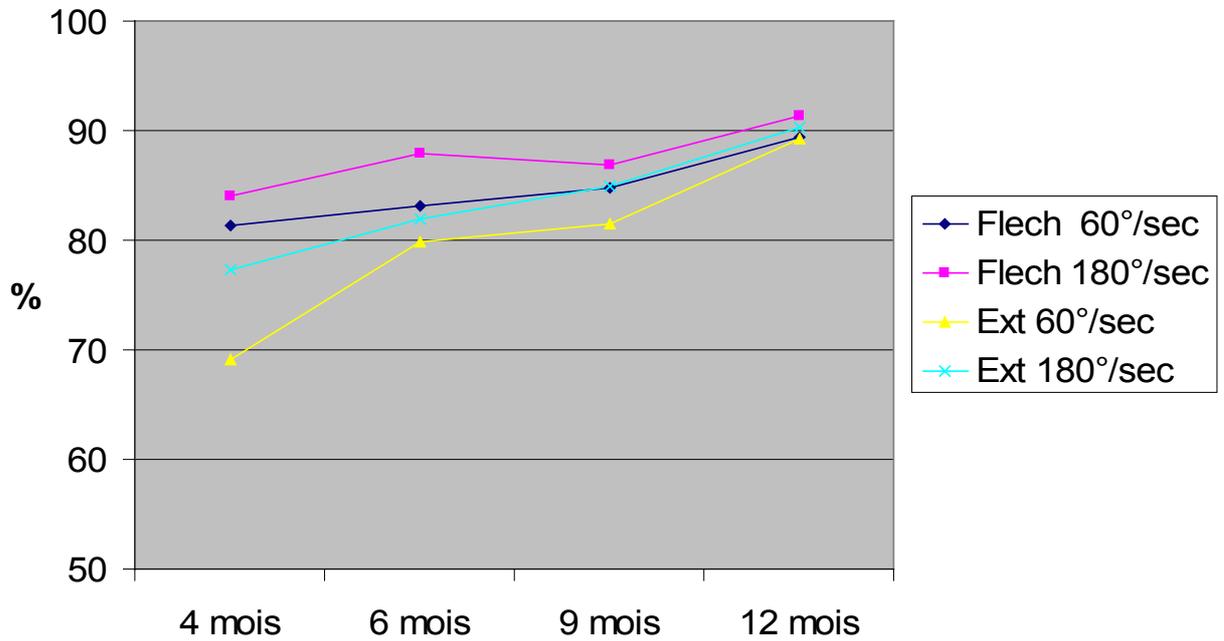
<b>Ext 180°/sec</b>	<b>28,2% +/-17,1</b> [-25 , 65]	<b>20,5% +/-14,7</b> [-8 , 52]	<b>16,7% +/-13</b> [-13 , 42]	<b>12,4% +/-13,6</b> [-25 , 44]
---------------------	------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------

Selon le pourcentage de déficit par rapport au côté témoin, il existe une progression constante au cours des douze premiers mois sur les deux fonctions (graphique-p67) : flexion et extension aux deux vitesses testées (lente et rapide). Cette progression sera plus « finement » analysée dans le chapitre suivant où elle sera découpée en progrès entre 4 et 6 mois et entre 6 et 12 mois en comparant à chaque fois côté opéré et côté témoin.

Il existe un déficit des fléchisseurs qui se prolonge malgré la progression (cf graphique des progrès entre 4 et 6 mois et entre 6 et 12 mois-p69) avec un déficit persistant et supérieur à 10% à douze mois de la chirurgie et aux deux vitesses testées : 11,6% à 60°/sec et 10,6% à 180°/sec.

Un déficit persistant est également constaté de manière plus marquée sur les extenseurs avec des pourcentages de déficit qui, malgré la progression, restent conséquent à douze mois et à vitesse lente et rapide : 15,4% à 60°/seconde et 12,4% à 180°/seconde.

## Récupération côté opéré % côté témoin au cours de 1ère année



**-Les Pourcentage de Progression entre 4 et 6 mois**

<b>Progrès de 4 à 6 mois</b>	<b>Flech 60°/sec</b>	<b>Flech 180°/sec</b>	<b>Ext 60°/sec</b>	<b>Ext 180°/sec</b>
<b>Côté opéré</b>	<b>14,2% +/-17,4</b> [-12, 93]	<b>13,3% +/-14,6</b> [-38, 53]	<b>17,3% +/-14,7</b> [-10, 72]	<b>15,9% +/-11,7</b> [-1, 63]
<b>Côté sain</b>	<b>6,3% +/-10,1</b> [-22, 33]	<b>8,9% +/-9,6</b> [-10, 30]	<b>0,43% +/-11,1</b> [-27, 26]	<b>5,5% +/-10,5</b> [-15,45]

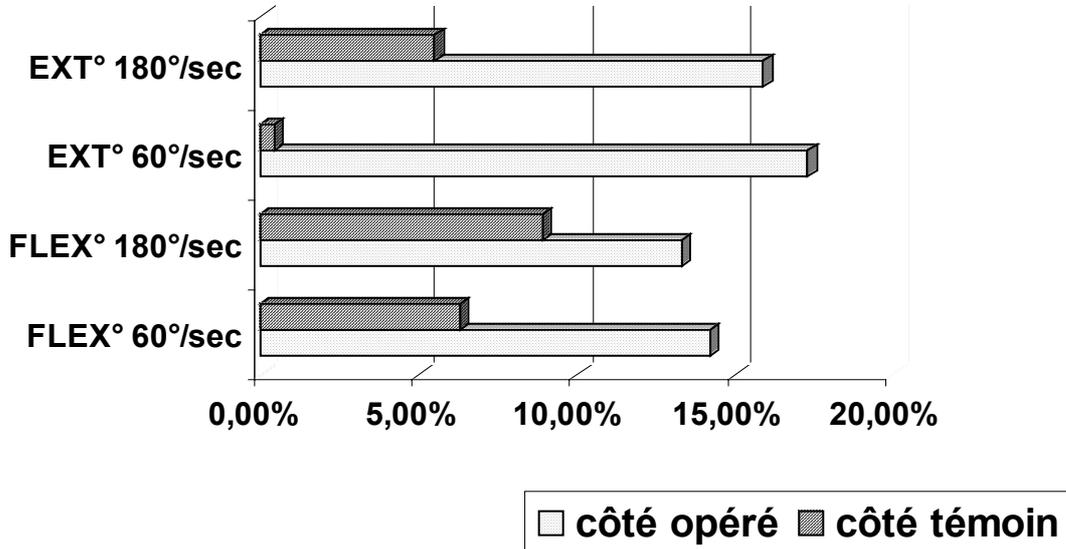
Il existe une progression du côté opéré sur les fléchisseurs et les extenseurs entre 4 et 6 mois qui est significativement différente à la progression du côté sain selon le test t parié de Student (graphique-p69)

#### **-Les Pourcentages de Progression entre 6 et 12 mois**

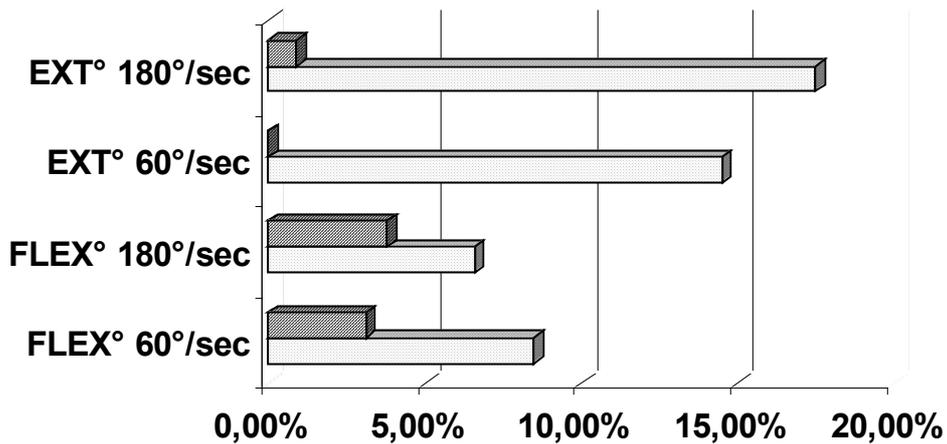
<b>Progrès de 6 à 12 mois</b>	<b>Flech 60°/sec</b>	<b>Flech 180°/sec</b>	<b>Ext 60°/sec</b>	<b>Ext 180°/sec</b>
<b>Côté opéré</b>	<b>8,5% +/-13</b> [-12, 47]	<b>6,6% +/-11,2</b> [-16, 46]	<b>14,5% +/-16,3</b> [-12, 58]	<b>17,5% +/-18,2</b> [-4, 66]
<b>Côté sain</b>	<b>3,1% +/-12,2</b> [-13, 53]	<b>3,8% +/-11,7</b> [-12, 47]	<b>0% +/-10,2</b> [-17,28]	<b>0,9% +/-7,7</b> [-17, 28]

La progression exprimée en pourcentage entre les résultats des pics de force des fléchisseurs et des extenseurs des 6èmes et 12èmes mois confirment une progression qui se poursuit à la fois sur les fléchisseurs et surtout sur les extenseurs du côté opéré alors que du côté sain, les résultats sont stables (graphique-p69)

## PROGRES FLEXION / EXTENSION entre 4 et 6 MOIS



## PROGRES FLEXION / EXTENSION entre 6 et 12 MOIS



### 5.2.1.4-Résultats Fonctionnels et Satisfaction

### -Evolution des échelles de Tegner et Lysholm

	<b>Objectif</b>	<b>4 mois</b>	<b>6 mois</b>	<b>9 mois</b>	<b>12 mois</b>
	<b>n=55</b>	<b>n=47</b>	<b>n=44</b>	<b>n=22</b>	<b>n=32</b>
<b><u>TEGNER</u></b>	<b>5,8 +/-1,2</b> [4-9]	<b>3,4 +/-0,6</b> [3-5]	<b>4,4 +/-0,6</b> [3-6]	<b>4,7 +/-1</b> [3-6]	<b>5,2 +/-1,2</b> [3-8]
<b><u>LYSHOLM</u></b>		<b>86,7 +/-7,2</b> [67-100]	<b>92,6 +/-6,5</b> [67-100]	<b>94,6 +/-7,4</b> [71-100]	<b>93,7 +/-9</b> [60-100]

### Evolution du score de Lysholm

Les résultats évalués par l'échelle de Lysholm sont rapidement satisfaisants dès le 6<sup>ème</sup> mois post-opératoire avec un lysholm supérieur ou égal à 90 pour 79,5% des patients à six mois et 90,6% à un an (graphique-p74). Ces résultats s'expliquent en partie par l'échelle même du Lysholm qui même en cas de résultats moyens accorde un score élevé au patient et aussi par le fait que ce score fonctionnel prend plus en considération les activités de la vie quotidienne qui sont des activités moins contraignantes que celles de la vie sportive.

Par contre, une baisse du Lysholm moyen entre 9 et 12 mois est observée alors qu'aucun de nos patients n'a obtenu un Lysholm inférieur au douzième mois par rapport au neuvième mois. En réalité, ce résultat est lié au biais constitué par le fait que les Lysholm répertoriés à ces deux dates ne correspondent pas tous aux mêmes patients (n= 22 à 9 mois et n=32 à 12 mois) et donc que les patients qui vont moins bien ont été plus nombreux à être répertoriés à douze mois. En exprimant les résultats en terme de pourcentage (cf Tableau-p71) on constate qu'en réalité, les résultats sont équivalents à 9 et 12 mois.

<b><u>LYSHOLM</u></b>	<b>6 mois</b> <b>n=44</b>	<b>9 mois</b> <b>n=22</b>	<b>12 mois</b> <b>n=32</b>
-----------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------

<b>=100</b>	<b>9</b> (20,45%)	<b>10</b> (45,45%)	<b>14</b> (43,7%)
<b>&gt;=90</b>	<b>26</b> (59,1%)	<b>10</b> (45,45%)	<b>15</b> (46,9%)
<b>&lt;90</b>	<b>9</b> (20,45%)	<b>2</b> (9,1%)	<b>3</b> (9,4%)

### **-Evolution du Score de Tegner et Score de Tegner à 12 mois**

Il existe une progression constante de l'échelle fonctionnelle de Tegner au cours des douze premiers mois avec à un an un Tegner « final » moyen à 5,2 alors que l'objectif Tegner était de 5,8. Ce résultat exprime le fait que tous les patients n'ont pas obtenu l'objectif Tegner qu'ils s'étaient fixé et donc n'ont pas pu reprendre leur activité sportive au niveau souhaité (Tableau-p72 et graphique-p74).

Ces résultats sont à rapprocher des résultats isocinétiques qui mettent en évidence une récupération incomplète de l'état antérieur à douze mois à la fois en termes de force et de fonctionnalité avec des déficits de force persistants sur les fléchisseurs et les extenseurs qui même s'ils ne sont pas décelés dans les activités de la vie quotidienne (Lysholm) se démasquent au cours de la pratique sportive selon l'échelle de Tegner.

Différence objectif T. / T. à 12mois	Pop T (n= 42)
>1	1
=	28
< de 1	6
< de 2	6
< de 5	1

Si l'on détaille les résultats du Tegner à un an des 42 patients qui possèdent un résultat colligé, 29 d'entre eux soit 69% ont récupéré (et même dépassé de 1 point pour l'un d'entre eux) leur objectif Tegner à un an.

Par contre, six patients soit 14,3% ont baissé de 1 point, 6 soit 14,3% de 2 points et 1 soit 2,4% de 5 points. Le cas particulier du patient dont le Tegner à 1 an est diminué de 5 points par rapport à son objectif Tegner concerne un footballeur de niveau national dont l'évolution s'est compliquée d'une neuroalgodystrophie sévère expliquant le mauvais résultat (Arpège non disponible).

**-Arpège et Arpège subjectif**

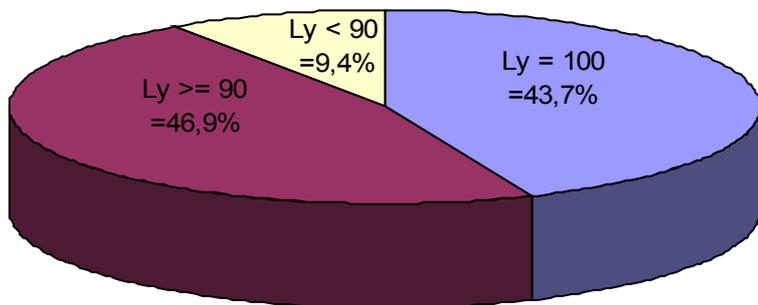
<b>n=38</b>	<b>12 mois</b>		
-------------	----------------	--	--

<b>Arpège</b>	<b>40,2 +/- 1,85</b> <b>[35-42]</b>		
	=42	9	
	=41	13	
	=40	6	
	=39	6	
	=36	3	
	=35	1	
<b>Satisfaction</b>	<b>1,55</b> <b>[1-3]</b>		
	=1=très satisfait	18	
	=2=satisfait	16	
	=3=déçu	4	35,36,36,39
	=4=mécontent	0	

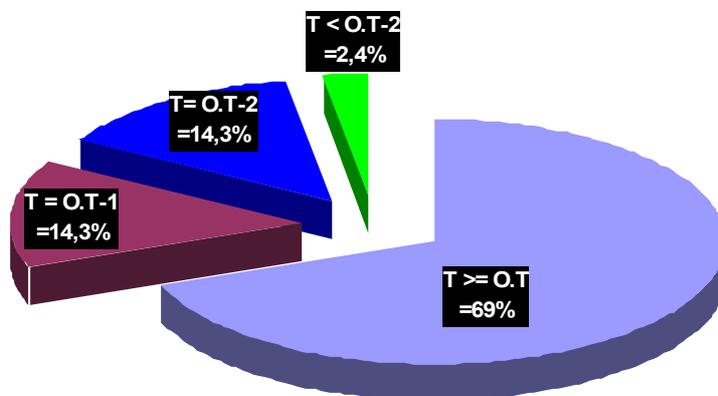
Il existe une bonne correspondance entre le score d'Arpège et sa composante subjective (Arpège subjectif). En effet, les 3 plus bas scores d'Arpège (1 patient à 35 et 2 patients à 36) correspondent à une réponse « déçu » (subjectif = 3) du patient à la question de satisfaction vis-à-vis de la chirurgie. Le troisième patient qui présente un score Arpège côté à 36 se dit « satisfait » (subjectif à 2) mais chez un patient qui a une activité sédentaire.

Les patients avec un score Arpège à 39 sont pour la majorité « satisfaits » (subjectif à 2) de la chirurgie voire même « très satisfait » pour l'un d'entre eux pratiquant l'athlétisme au niveau départemental (Objectif Tegner = 5). Cependant, l'un d'entre eux se dit « déçu » malgré une bonne évolution et un score de Tegner à 1 an à 4 pour un objectif à 5.

**LYSHOLM à 12 mois**



**TEGNER (T) à 12 mois**  
**% Objectif TEGNER (O.T)**



**5.2.2-Comparaison des quatre sous-populations en termes de douleurs**

**5.2.2.1-Description des quatre sous-populations**

La première sous-population (population 0) correspond aux patients sans douleurs au quatrième mois et est constituée de 41 patients soit 70,7% de notre population totale.

La seconde sous-population (population 1) cf Tableau p76 qui correspond aux patients ayant décrit au quatrième mois des douleurs situées à la face antérieures du genou et survenant à la fois à l'activité et de manière spontanée est constituée de six patients soit 10,3% de la population totale.

La troisième sous-population (population 2) cf Tableau p77 qui correspond à des patients ayant décrits des douleurs situées à la face postérieure ou postéro-latérale du genou au quatrième mois est constituée de quatre patients soit 6,9% de la population totale.

Enfin, la quatrième et dernière sous-population (population 3) cf Tableau p 78 correspond à des patients qui présentaient des douleurs « globales » du genou c'est-à-dire à la fois antérieures et postérieures au quatrième mois dans un contexte de difficultés de récupération des amplitudes articulaires du genou voire même de perte de degrés d'amplitude après une période de récupération faisant évoquer un diagnostic de neuroalgodystrophie. Cette sous-population est constituée de cinq patients soit 8,6% de la population totale.

**Population des douleurs antérieures = Population 1**

Population 1 =dlrs ant		Lys	T / O.T	A/A.S	Flech 60	Flech 180	Ext 60	Ext 180
Patient 1	4 mois	80	4 / 6		23	22	36	39
	6 mois	86	5 / 6		17	22	36	39
	12 mois	-	- / 6	40 / 2	-	-	-	-

Patient 2	4 mois	-	- / 7		0%	3%	47%	49%
	6 mois	-	- / 7		0%	8%	30%	35%
	12 mois	-	- / 7	- / -	25%	13%	45%	44%
Patient 3	4 mois	85	4 / 7		12%	10%	46%	22%
	6 mois	100	5 / 7		9%	5%	45%	37%
	12 mois	90	6 / 7	41 / 2	-3%	2%	21%	12%
Patient 4	4 mois	90	3 / 7		16%	13%	55%	48%
	6 mois	90	4 / 7		12%	19%	41%	31%
	12 mois	100	7 / 7	42 / 1	5%	6%	12%	0%
Patient 5	4 mois	80	3 / 6		18%	16%	53%	45%
	6 mois	-	- / 6		-	-	-	-
	12 mois	90	4 / 6	- / -	0%	8%	24%	24%
Patient 6	4 mois	84	3 / 6		49%	31%	48%	42%
	6 mois	-	- / 6		-	-	-	-
	12 mois	-	- / 6	- / -	-	-	-	-

Dlrs ant = douleurs antérieures ; Dlrs post = douleurs postérieures ;

Lys = Lysholm ; T. = Tegner ; O.T = Objectif Tegner; A = Arpège;

A.S = Arpège subjectif

Flech 60 (180) = %age de déficit des fléchisseurs du côté opéré par rapport au

côté témoin en mode concentrique à la vitesse angulaire de 60°

(180°)/sec.

Ext 60 (180) = %age de déficit des extenseurs du côté opéré par rapport au côté témoin en mode concentrique à la vitesse angulaire de 60° (180°) / sec.

**Population des douleurs postérieures = Population 2**

Population 2 =dlrs post		Lys	T/O.T	A/A.S	Flech 60	Flech 180	Ext 60	Ext 180
Patient 1	4 mois	85	3 / 5		9%	0%	34%	20%
	6 mois	95	5 / 5		4%	8%	16%	10%
	12 mois	95	5 / 5	35 / 3	0%	2%	9%	10%

Patient 2	4 mois	82	3 / 7		65%	49%	16%	32%
	6 mois	-	- / 7		26%	35%	3%	0%
	12 mois	96	7 / 7	41 / 1	26%	25%	-5%	-4%
Patient 3	4 mois	96	4 / 7		30%	22%	20%	13%
	6 mois	90	4 / 7		34%	26%	12%	-3%
	12 mois	100	6 / 7	40 / 2	27%	22%	9%	-1%
Patient 4	4 mois	76	3 / 5		46%	28%	43%	31%
	6 mois	86	4 / 5		16%	35%	20%	20%
	12 mois	-	-	-	-	-	-	-

Dlrs ant = douleurs antérieures ; Dlrs post = douleurs postérieures ;

Lys = Lysholm ; T. = Tegner ; O.T = Objectif Tegner; A = Arpège;

A.S = Arpège subjectif

Flech 60 (180) = %age de déficit des fléchisseurs du côté opéré par rapport au côté témoin en mode concentrique à la vitesse angulaire de 60° (180°)/sec.

Ext 60 (180) = %age de déficit des extenseurs du côté opéré par rapport au côté témoin en mode concentrique à la vitesse angulaire de 60° (180°) / sec.

### **Population avec algodystrophie = Population 3**

Population 3 =algodystrophie		Lys	T/O.T	A/A.S	Flech 60	Flech 180	Ext 60	Ext 180
Patient 1	4 mois	-	3 / 7		-2%	18%	64%	64%
	6 mois	-	4 / 7		4%	1%	58%	49%
	12 mois	-	5 / 7	39 / 2	-23%	-16%	36%	26%
Patient 2	4 mois	67	3 / 8		35%	28%	61%	35%

	6 mois	67	3 / 8		25%	30%	43%	29%
	12 mois	71	3 / 8	- / -	34%	22%	41%	31%
Patient 3	4 mois	70	3 / 4		55%	55%	63%	65%
	6 mois	-	- / 4		8%	1%	60%	51%
	12 mois	90	4 / 4	36 / 3	16%	25%	43%	27%
Patient 4	4 mois	84	3 / 6		37%	35%	61%	57%
	6 mois	94	4 / 6		25%	19%	46%	49%
	12 mois	100	6 / 6	41 / 2	16%	19%	26%	23%
Patient 5	4 mois	80	3 / 5		40%	27%	51%	47%
	6 mois	90	4 / 5		29%	25%	41%	40%
	12 mois	90	4 / 5	36 / 2	28%	30%	49%	42%

Dlrs ant = douleurs antérieures ; Dlrs post = douleurs postérieures ;

Lys = Lysholm ; T = Tegner ; O.T = Objectif Tegner; A = Arpège;

A.S = Arpège subjectif

Flech 60 (180) = %age de déficit des fléchisseurs du côté opéré par rapport au côté témoin en mode concentrique à la vitesse angulaire de 60°

(180°)/sec.

Ext 60 (180) = %age de déficit des extenseurs du côté opéré par rapport au côté témoin en mode concentrique à la vitesse angulaire de 60° (180°) / sec.

### **5.2.2.2-Comparaison globale par Anova**

La comparaison des 4 populations par test Anova ne retrouve pas de différence significative en termes d'âge, de taille ou de poids. Seule une différence significative sur le score de Lysholm à 4, 6 et 9 mois a été mise en évidence (cf Tableau p80)

Par contre, des différences significatives ont été mises en évidence pour les moments de force maximums des extenseurs à 60°/seconde à quatre, six et douze mois et en extension à 180°/sec à quatre, six et douze mois (cf Tableau p81). L'absence de significativité à neuf mois est probablement en rapport avec le manque de données isocinétiques à cette date. Ce test a

par contre seulement retrouvé une tendance sur moments de force maximums des fléchisseurs à 60°/seconde à 4 mois ( $p=0,09$ ).

De même, sur les progrès de la force musculaire, une différence significative est notée entre les 4 et 6èmes mois sur les fléchisseurs à 60°/seconde et sur les extenseurs du côté opéré à 180°/seconde.

	<b>Population 0</b>	<b>Population 1</b>	<b>Population 2</b>	<b>Population 3</b>
<b>Age</b>	<b>29,5 +/- 8,7</b>	<b>29,7 +/- 10,4</b>	<b>30,3 +/- 6,6</b>	<b>32,8 +/- 6,9</b>
<b>Taille</b>	<b>175,4 +/- 7,5</b>	<b>170,3 +/- 13,3</b>	<b>174,8 +/- 11,5</b>	<b>172,2 +/- 9</b>
<b>Poids</b>	<b>73,1 +/- 11,2</b>	<b>69 +/- 15,3</b>	<b>72,5 +/- 8</b>	<b>80 +/- 16,3</b>
<b>Délai (mois) trauma-chir</b>	<b>7,1 +/- 5,7</b>	<b>5 +/- 4</b>	<b>7,3 +/- 7,9</b>	<b>3,8 +/- 3,6</b>
<b>RRF centre (semaines)</b>	<b>3,2 +/- 1,6</b>	<b>3,2 +/- 1,3</b>	<b>3,8 +/- 1</b>	<b>4,5 +/- 1,3</b>
<b>Séances Kiné Libéral</b>	<b>27,2 +/- 8,7</b>	<b>20,5 +/- 15,3</b>	<b>22,5 +/- 8,7</b>	<b>27 +/- 18,2</b>
<b>Lysholm 4 mois*</b>	<b>89,1 +/- 5,2 (3)</b>	<b>83,8 +/- 4,1</b>	<b>84,8 +/- 8,4</b>	<b>75,3 +/- 8,1 (0)</b>
<b>Lysholm 6 mois*</b>	<b>94,1 +/- 5,1 (3)</b>	<b>90,3 +/- 6,9</b>	<b>90,3 +/- 4,5</b>	<b>83,7 +/- 14,6 (0)</b>
<b>Lysholm 9 mois*</b>	<b>97,3 +/- 3,7 (3)</b>	<b>92,5 +/- 9,6</b>	<b>92 +/- 2,8</b>	<b>82,5 +/- 16,3 (0)</b>
<b>Lysholm 12 mois*</b>	<b>96 +/- 5,3 (3)</b>	<b>93,3 +/- 5,8</b>	<b>98 +/- 2,8</b>	<b>87,8 +/- 12,1 (0)</b>

## **RESULTATS ISOCINETIQUES DES 4 populations douloureuses**

<b>% age de déficit</b>		<b>Pop 0 N=41</b>	<b>Pop 1 N=6</b>	<b>Pop 2 N=4</b>	<b>Pop 3 N=5</b>

<b>4 mois</b>	Flech 60°/sec ☒	<b>18,74</b> +/-16,1	<b>19,7</b> +/- 16,3	<b>37,5</b> +/- 23,8	<b>33</b> +/- 21,1
	Flech 180°/sec	<b>14,9</b> +/- 15,5	<b>15,8</b> +/- 9,7	<b>24,8</b> +/- 20,2	<b>32,6</b> +/- 13,9
	Ext 60°/sec*	<b>30,9</b> +/- 16,2 <b>(1) (3)</b>	<b>47,5</b> +/- 6,7 <b>(0) (3)</b>	<b>28,3</b> +/- 12,5 <b>(3)</b>	<b>60</b> +/- 5,2 <b>(0) (2)</b>
	Ext 180°/sec*	<b>23,7</b> +/- 15,8 <b>(1) (3)</b>	<b>40,8</b> +/- 9,9 <b>(0)</b>	<b>24</b> +/- 9,1 <b>(3)</b>	<b>53,6</b> +/- 12,6 <b>(0) (2)</b>
<b>6 mois</b>	Flech 60°/sec	<b>14,8</b> +/- 13,7	<b>14,4</b> +/- 12,6	<b>20</b> +/- 13	<b>18,2</b> +/- 11,3
	Flech 180°/sec	<b>12,1</b> +/- 14,1	<b>12,2</b> +/- 7,7	<b>26</b> +/- 12,7	<b>15,2</b> +/-13,5
	Ext 60°/sec*	<b>20,1</b> +/- 15,7 <b>(1) (3)</b>	<b>40</b> +/- 7,2 <b>(0) (2)</b>	<b>12,8</b> +/- 7,3 <b>(1) (3)</b>	<b>49,6</b> +/- 8,8 <b>(0) (2)</b>
	Ext 180°/sec*	<b>18,1</b> +/- 12,2 <b>(3)</b>	<b>30,4</b> +/- 13,6 <b>(2)</b>	<b>6,8</b> +/- 10,4 <b>(1) (3)</b>	<b>43,6</b> +/- 9,2 <b>(0) (2)</b>
<b>9 mois</b>	Flech 60°/sec	<b>15,2</b> +/- 13	<b>3,6</b> +/- 12,5	<b>24,5</b> +/- 14,9	<b>7,3</b> +/- 20,4
	Flech 180°/sec	<b>13,1</b> +/- 12,7	<b>2,2</b> +/- 11,8	<b>31</b> +/- 15,6	<b>8,7</b> +/- 19,6
	Ext 60°/sec	<b>18,5</b> +/- 12,9	<b>24</b> +/- 12,1	<b>14,5</b> +/- 9,2	<b>37</b> +/- 7
	Ext 180°/sec	<b>15,1</b> +/- 13,6	<b>20,6</b> +/- 7,7	<b>0</b> +/- 8,5	<b>28,3</b> +/-6,7
<b>12 mois</b>	Flech 60°/sec	<b>10,6</b> +/- 15,7	<b>6,8</b> +/- 12,6	<b>17,7</b> +/- 15,3	<b>14,2</b> +/-22,2
	Flech 180°/sec	<b>8,6</b> +/- 15,6	<b>7,3</b> +/- 4,6	<b>15</b> +/- 14,8	<b>16</b> +/- 18,3
	Ext 60°/sec*	<b>10,8</b> +/- 14,4 <b>(3)</b>	<b>25,5</b> +/- 14	<b>4,3</b> +/- 8	<b>39</b> +/- 8,6 <b>(0)</b>
	Ext 180°/sec*	<b>9,7</b> +/- 11,6 <b>(3)</b>	<b>20</b> +/- 18,8	<b>1,7</b> +/- 7,4 <b>(3)</b>	<b>29,8</b> +/- 7,4 <b>(0) (2)</b>

(Flech = Fléchisseurs ; Ext = Extenseurs ; population 0 = population sans douleurs ; population 1 = population avec douleurs antérieures ; population 2 = population avec douleurs postérieures ; population 3 = population avec douleurs globales)

\* = différence significative mise en évidence par le test Anova ( $p \leq 0,05$ )

( ) = différence significative (DS) entre les populations deux à deux par le test post-hoc de Bonferroni avec :

- (0) DS avec population 0
- (1) DS avec population 1
- (2) DS avec population 2
- (3) DS avec population 3

☒ = tendance à la différence par le test Anova ( $0,05 < p \leq 0,1$ )

### **5.2.2.3-Comparaison des sous-populations 2 à 2**

Pour comparer ces quatre sous-populations « douloureuses » deux à deux, nous avons eu recours, après l'Anova à un test post-hoc de type Bonferroni.

Dans un premier temps, nous avons recherché les différences significatives entre ces quatre populations sur les déficits de force des fléchisseurs et des extenseurs (Tableau p81)

Ainsi, la population avec des douleurs globales d'algodystrophie se différencie :

-de la population générale par :

- les pics de force des extenseurs à 60°/sec et à 180°/sec à 4 mois
- les pics de force des extenseurs à 60°/sec et 180°/sec à 6 mois
- les pics de force des extenseurs à 60°/sec et 180°/sec à 12 mois
- le score de Lysholm à 4, 6, 9 et 12 mois
- les progrès des extenseurs entre 4 et 6 mois à 180°/sec .

-de la population avec des douleurs postérieures par :

- les pics de force des extenseurs à 60°/sec et 180°/sec à 4 mois
- les pics de force des extenseurs à 60°/sec et 180°/sec à 6 mois
- les pics de force des extenseurs à 180°/sec à 12 mois.

La population avec des douleurs antérieures se différencie :

-de la population générale par :

- les pics de force des extenseurs à 60°/sec et 180°/sec à 4 mois
- les pics de force des extenseurs à 60°/sec et 180°/sec à 6 mois
- les progrès des extenseurs entre 4 et 6 mois à 180°/sec.

-de la population avec des douleurs postérieures par :

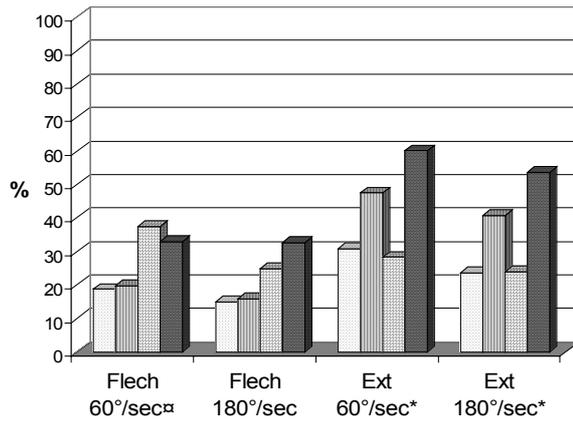
- les pics de force des extenseurs à 60°/sec et 180°/sec à 6 mois.
- de la population avec des douleurs globales par :
  - les pics de force des extenseurs à 60°/sec à 4 mois.

La population avec des douleurs postérieures se différencie :

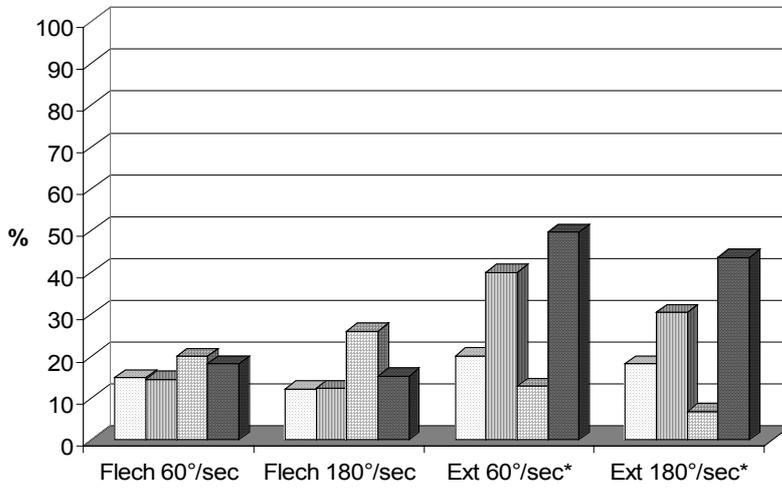
- de la population générale par :
  - les progrès des fléchisseurs entre 4 et 6 mois à 60°/sec.
- de la population avec des douleurs antérieures par :
  - les pics de force des extenseurs à 60°/sec et à 180°/sec à 6 mois.
- de la population avec des douleurs globales par :
  - les pics de force des extenseurs à 60°/sec et 180°/sec à 4 mois
  - les pics de force des extenseurs à 60°/sec et 180°/sec à 6 mois
  - les pics de force des extenseurs à 180°/sec à 12 mois.

**EVOLUTION DES TESTS ISOCINETIQUES DES**  
**4 populations douloureuses**

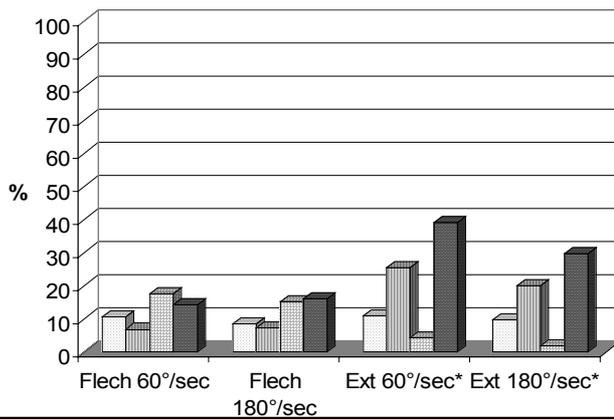
**%age de déficit des 4 populations à 4 mois**



**%age de déficit des 4 populations à 6 mois**

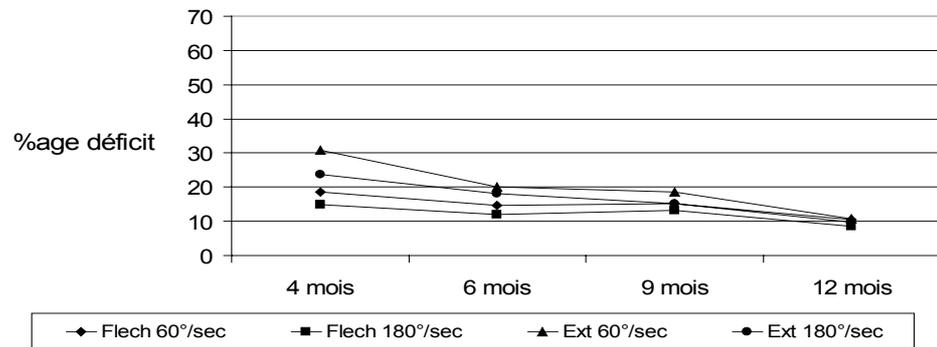


**%age de déficit des 4 populations à 12 mois**

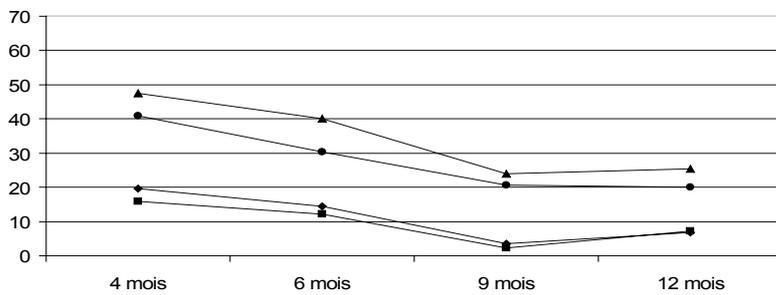


**EVOLUTION DES TESTS ISOCINETIQUES**  
**PAR POPULATION**

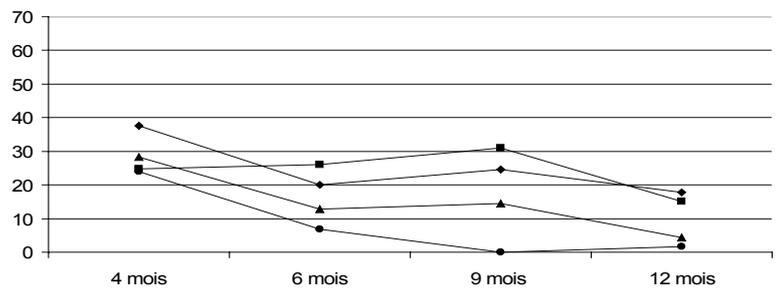
## Population non compliquée



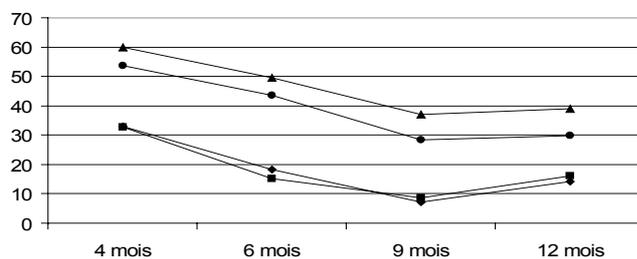
## Douleurs antérieures



## Douleurs postérieures



## Neuroalgodystrophie



## 5.3-LA DISCUSSION

### 5.3.1-Avantages, limites et biais de notre étude

L'intérêt principal de notre étude réside dans le fait qu'il s'agit d'une étude prospective sur douze mois avec des tests isocinétiques réalisés à 4, 6, 9 et 12 mois. De plus, toutes les interventions ont été réalisées par le même chirurgien et toutes les évaluations cliniques et isocinétiques par le même médecin rééducateur indépendant.

Par contre, le biais principal de notre étude est dû au faible échantillon de notre population totale (58 patients) et donc par conséquent les très faibles tailles d'échantillons de nos quatre sous-populations distinguées en fonction des douleurs ressenties au quatrième mois. Le critère de distinction de ces sous-populations en fonction de la présence de douleurs et leur localisation au quatrième mois est discutable car subjectif. Ce critère est lié à l'expression ou non des douleurs par le patient ainsi qu'à leur prise en considération par le praticien.

De plus, en ce qui concerne ces quatre sous-populations, il existe de grandes variabilités interindividuelles sur de petits échantillons ce qui explique la difficulté à mettre en évidence des résultats significatifs malgré une tendance à la significativité pour certains des paramètres étudiés.

### **5.3.2-Résultats de la population générale**

#### **5.3.2.1-Résultats généraux**

Notre étude concerne, comme dans la majorité des études qui rapportent les résultats de ligamentoplasties de genou, des patients jeunes avec un âge moyen de 29,7 ans +/- 8,4 ans sans prédominance de côté lésé (en accord avec l'absence de côté dominant aux membres inférieurs).

Nos patients sont répartis pour moitié en sportifs loisirs (24) et pour moitié en compétiteurs (28) majoritairement de niveau départemental. Nos objectifs sportifs évalués par l'échelle de Tegner sont donc en accord avec le niveau sportif de notre population. Il est supérieur ou égal à 7 pour 20 patients en rapport avec le nombre de nos patients pratiquant le football et le fait que la pratique du football même uniquement en loisirs nécessite un objectif à 7 (football loisir = 7). Compte tenu de la fréquence de la pratique du ski en loisirs (objectif tegner = 6), cet objectif est entre 5 et 6 pour 28 autres patients.

Le traumatisme responsable est majoritairement un accident de sport notamment de sport pivot contact. Le football représente le sport le plus souvent incriminé (21 des 46 accidents de sport) puis à un moindre degré le basket-ball et le handball qui sont également moins souvent pratiqués. Cette forte représentation des sports pivot-contact est liée au fait que ces sports constituent un argument pour poser l'indication d'une intervention de ligamentoplastie. Le ski est également un sport pivot pourvoyeur d'entorses graves du genou mais il est moins représenté dans notre étude avec seulement six patients. En effet, le désir de reprise du ski en loisir est en général moins marqué que le désir de reprise d'un sport pivot contact (football, handball et basket-ball) pour motiver une reconstruction du LCAE.

Le délai moyen entre le traumatisme et le geste chirurgical dans notre étude était de 6,42 mois. Actuellement, l'attitude consensuelle consiste à opérer un genou sec, indolore avec des amplitudes symétriques. Cette attitude permet de diminuer nettement l'incidence des complications [89, 8] et ainsi d'obtenir de meilleurs résultats à terme.

Les chirurgies réalisées dans les six premières semaines sont à l'origine de difficultés plus marquées de récupération des amplitudes [89, 8]. Selon les 4 cas de notre étude où le délai était inférieur ou égal à 1 mois, deux patients ont présenté des phénomènes douloureux : le premier basketteur de niveau national à type de douleurs antérieures et le second footballeur de niveau régional à type de neuroalgodystrophie. Parmi ces 4 patients, il y avait 2 compétiteurs nationaux (1 footballeur et 1 handballeur), 1 compétiteur régional en foot et enfin 1 sédentaire. Le niveau sportif des trois premiers cas peut expliquer le court délai entre le traumatisme et la chirurgie qui a pu être motivé par une reprise souhaitée rapide (calendrier sportif) et/ ou une pression du patient ou de l'entourage sportif. En effet, aucun de ces quatre patients n'avait de lésions méniscales associées graves.

#### **5.3.2.2-Stabilité clinique et modes de fixation**

Notre étude rapporte deux échecs soit 3,4% de rupture de ligamentoplastie dont un dans le cas particulier d'un sepsis tardif. Ces résultats sont en accord avec ceux des études précédentes de DIDT 4 brins avec 2,7% chez Errikson et al. [30], 2% chez Colombet et al. [90], 1,2% chez Siegel et al. [91], 0% chez Keays et al. [92]et Cooley et al. avec une rupture traumatique exclue[93]. L'étude de Beynnon et al. [94] retrouve le chiffre important de 11% de rupture mais sur une étude qui concerne en fait seulement onze patients soit deux cas et à partir d'une technique au DIDT double brin et non quadruple brin comme dans notre étude. Il n'explique pas ces ruptures notamment si elles sont en rapport avec une « défaillance » des fixations ou une rupture des brins qui étaient seulement doublés.

Dans notre étude, en l'absence d'IRM, nous n'avons pas l'explication exacte de la faillite d'un des deux DIDT alors que l'autre peut être rapporté au sepsis tardif.

Nous avons retrouvé dans notre série 8 genoux laxes soit 14,8% définis par un Lachman et/ou un Tiroir Antérieur à une croix retrouvés de manière asymétrique. Il n'avait pas été noté de complication particulière au cours de l'évolution sur ces genoux laxes et les résultats du score d'Arpège Subjectif sont variables à savoir sur les 3 connus : 2 patients « déçus » (subjectif à 2) avec des Scores Arpèges respectifs à 36 et 39 et 1 patient « satisfait » (subjectif à 1) avec un Arpège à 42. Snyder-Mackler et al. [95] ne retrouvaient pas de corrélation entre les tests de laxité et le statut fonctionnel du genou. Nos patients semblent cependant moins satisfaits que la population générale (moyenne = 40,2) même si 50% d'entre eux ont récupéré leur objectif sportif selon l'échelle de Tegner à 1 an post-opératoire.

Les explications de cette laxité peuvent être multiples. Si l'on excepte le défaut de mise en place et la mauvaise isométrie du transplant, la laxité peut être en rapport avec un lâchage progressif de la fixation notamment en cas de rééducation trop « agressive » avant l'ostéointégration du transplant ou un élargissement des tunnels par « conflit » avec le transplant ou une hyperlaxité constitutionnelle.

### **5.3.2.3-Echelles fonctionnelles et de satisfaction**

Dans notre étude, l'échelle de Lysholm montre des résultats supérieurs ou égal à 90 pour 79,5% des patients à 6 mois et 90,6% des patients à 12 mois dont 43,7% de ces mêmes patients avec un résultat à 100. Ces résultats sont similaires à ceux de l'étude prospective de Witwrouw et al. [96] qui retrouvait des Lysholms moyens de 84,9 à 6 mois et 90,2 à 12 mois.

Selon notre série, l'évolution de l'échelle de Tegner comme dans notre série au cours des douze premiers mois progresse constamment avec 3,4 à 4 mois; 4,4 à 6 mois; 4,7 à 9 mois et 5,2 à 12 mois. Beard et al. [97] notent une progression du Tegner de 4,9 à 6 mois à 5,7 à un an ce qui reste cependant éloigné de l'objectif (considéré comme égal au Tegner pré-blessure) qui était à 7,6. Witwrouw et al. [96], chez qui le pourcentage de patients sportifs était plus réduit, ont rapporté une évolution de 2,9 à 4 mois à 4 à 6 mois et à 6 et 12 mois comparable à la nôtre.

A un an, 64,3% des patients ont récupéré leur objectif Tegner mais 8 patients soit 19,1% ont baissé de 1 point, 6 patients soit 14,3% de 2 points et 1 soit 2,3% de 3 points. La récupération de l'état pré-blessure à un an évalué par le Tegner est donc incomplète chez près d'un patient sur 2 ce qui signifie que ces patients n'ont pas retrouvé leur niveau sportif un an après la chirurgie. Ces résultats sont concordants avec les études précédentes qu'elles soient prospectives comme chez Beard et al. [97] ainsi que Witwrouw et al. [96] ou rétrospectives comme Cooley et al. [93] (diminution du Tegner dans 50% des cas mais diminution liée à des impératifs professionnels) ou Goradia et al. [98] (Tegner moyen à 5,2 alors que l'objectif était de 5,8). Cependant, le délai de 12 mois est peut être insuffisant pour permettre une récupération sportive complète après DIDT mais surtout chez les patients qui ont présenté une complication douloureuse. Par ailleurs, la motivation de certains patients n'a peut être pas été suffisante compte tenu de la proximité d'une fin de carrière sportive ou d'un changement d'activité sportive envisagé.

#### **5.3.2.4-Déficits de force des fléchisseurs mesurés en isocinétisme**

Notre étude a mis en évidence l'existence d'un déficit de force des fléchisseurs qui certes progresse au cours des différents tests comme dans les études prospectives de Feller et al. [99] ou Anderson et al. [27] mais reste supérieur à 10 % à douze mois de la chirurgie et aux deux vitesses testées (11,6% à 60°/sec et 10,6% à 180°/sec). Ces chiffres sont en accord

avec ceux de Kramer et al.[81], Aune et al. [28] et Anderson et al. [27] qui retrouvent des déficits de 10 à 12% à 60 et 180°/sec (et même 15% à 240°/sec) avec des reculs post chirurgicaux compris entre 12 et 21 mois. D'autres études comme celles de Segawa et al. [100], Aglietti et al. [9], Ejerhed et al. [10] ainsi que Nakamura et al. [101] constataient également un déficit de force des fléchisseurs mais avec des déficits moindres autour de 5% à des vitesses angulaires de 60 et 180°/seconde pour des reculs compris entre un et deux ans.

De même, nos valeurs de déficit à six mois de 15,8% à 60°/seconde et 13,6% à 180°/seconde sont en accord avec les résultats des études de Marder et al [102] et Carter et al [29] dont les tests ont aussi été réalisés à 6 mois. Par contre, la plupart des études à six mois retrouvent des déficits des fléchisseurs plus importants que dans notre étude mais chez des patients n'ayant pas toujours bénéficié d'une prise en charge rééducative optimisée et pour la plupart sédentaires avec un probable manque de motivation [32, 96, 103].

Il serait plaisant de rapporter ce déficit de force des fléchisseurs, constaté durablement par la plupart des études, au prélèvement des tendons des fléchisseurs. Ainsi, Yasuda et al. [32] se sont attachés à déterminer par des tests isocinétiques la morbidité sur la force des fléchisseurs (mais aussi des extenseurs) à un an d'un prélèvement isolé de transplant sans ligamentoplastie associée. Yasuda et al. [32] retrouvent des déficits équivalents à un an entre les genoux ayant juste été prélevés et ceux ayant été prélevés et qui ont ensuite bénéficié d'une ligamentoplastie par DIDT. En effet, si ce résultat est exprimé par rapport aux genoux de référence (non prélevés, non opérés) qui eux ont progressé, il existe un « défaut de progression » de 19% des genoux qui ont été uniquement prélevés.

Pourtant, les études histologiques [52] et les études d'imagerie [53, 54, 55, 104] ont montré qu'il existait une régénération satisfaisante ou au moins l'apparition d'un néo-tendon au niveau des tendons prélevés et ce dans la plupart des cas. Cette régénération était déjà suggérée par l'examen clinique qui met en évidence l'apparition d'un cordon repérable à la

palpation lors de la flexion contre résistance du genou en lieu et place des tendons prélevés. Par contre, cette régénération qui a lieu de la partie proximale vers la partie distale [53] nécessite un an voire plus avant de présenter un aspect échographique [54] ou IRM [53] homogène, non augmenté de volume et proche de la structure normale du tendon. Le délai de 12 mois serait donc insuffisant pour obtenir une régénération complète et expliquerait le déficit de la force des fléchisseurs qui perdure à un an dans notre étude et même au-delà, même si la flexion est en partie compensée par les autres muscles fléchisseurs du genou notamment le semi-membraneux qui tendent à s'hypertrophier de manière compensatrice [53, 105, 106]. Irie et al. [106] notent d'ailleurs une corrélation significative entre la surface de section globale des ischio-jambiers (et donc l'existence ou non d'une hypertrophie compensatrice) et les résultats isocinétiques en terme de flexion. Ceux-ci ne possèdent cependant pas exactement la même fonction ce qui pourrait expliquer les déficits en rotation interne et dans les degrés de flexion au-delà de 70°.

Le second argument capable d'expliquer le déficit de force des fléchisseurs est que ce déficit peut pré-exister à la chirurgie [10, 27, 32, 92] avec cependant des valeurs de déficit cependant extrêmement variables selon les études (entre 0 et 40%).

Par contre, le prélèvement pourrait être à l'origine d'un déficit de force des fléchisseurs mais dans des fonctions qui ne sont pas explorées par nos tests. En effet, le néo-tendon possède une insertion plus proximale sur la partie médiale du fascia du gastrocnémien (et non au niveau du pes anserinus du tibia comme le tendon natif). Cette constatation est retrouvée sur l'étude IRM dans 6 cas sur 9 des DIDT de Simonian et al. [55] sans différence significative constatée sur la force et la fonction lors de cette insertion plus proximale et dans tous les cas de l'étude IRM et EMG de Cross et al. [104] et dans l'étude réalisée par échographie de Papandrea et al. [54]. Viola et al. [107] et Segawa et al. [100] concluent à une atteinte significative de la force des rotateurs internes du genou. Cette atteinte n'est retrouvée significative chez Segawa et al. que chez les femmes, déjà déficitaires en pré-opératoire ce qu'ils rapportent à des critères

morphologiques. Ces deux mêmes auteurs [100, 107] avaient également évoqué la responsabilité du nombre de tendons prélevés sur la force en rotation interne. Par contre, selon la plupart des études randomisées comme celle de Carter et al. [29] ou non randomisées comme celles de Nakamura et al. [101] ou Lipscomb et al.[108], il n'existe pas de différence significative pour les pics de force des fléchisseurs selon si le semi-tendineux seul ou si les tendons du semi-tendineux et du gracile ont été prélevés. Il n'existe d'ailleurs pas de signe clinique spécifique de faiblesse des rotateurs internes de genou et aucun lien n'a été exactement défini entre la force des rotateurs internes du genou et les gestuelles sportives. La spéculation tient donc à ce qu'il existerait un déséquilibre de la stabilité dynamique donc un risque de reblessure accru du LCAE en cas de déficit des rotateurs internes.

Cette insertion plus proximale pourrait également avoir un retentissement sur la force des fléchisseurs dans des degrés de flexion supérieurs à 70°. Ce déficit serait alors plus ou moins méconnu par les méthodes isocinétiques couramment utilisées car les secteurs angulaires utilisés (0-100° de flexion) seraient insuffisants. De plus, ce déficit pour des degrés de flexion supérieurs à 70° de flexion, serait plus parlant chez les patients chez lesquels à la fois le tendon du muscle semi-tendineux et celui du muscle gracile ont été prélevés [109]. En effet, la réinsertion plus proximale des tendons prélevés rend les muscles concernés plus courts pour un même angle de flexion et ainsi le pic de force des fléchisseurs serait obtenu pour un degré de flexion moindre [110, 111]. Même si ce résultat est plaisant, il est difficile d'en tirer des conclusions en raison de l'absence de reproductibilité de l'angle de flexion correspondant au pic de force maximal de flexion. La mesure du travail qui correspond à la mesure de la surface sous la courbe du moment de force représenterait alors un meilleur marqueur de ce déficit de force des fléchisseurs en comparaison avec le côté témoin.

Le déficit des fléchisseurs pourrait être en rapport avec le traumatisme du LCAE et le geste chirurgical mais il est alors difficile d'expliquer pourquoi ce déficit n'est pas retrouvé dans la majorité des études sur les ligamentoplasties utilisant le tendon rotulien. En effet, dans

les études comparatives entre les techniques de Kenneth Jones et de DIDT, un déficit significativement supérieur de la force des fléchisseurs est mis en évidence dans la technique du DIDT dans des études randomisées [28, 99] et non randomisées [96, 102,].

Concrètement, le déficit de force des fléchisseurs semble donc plus marqué après ligamentoplastie au DIDT que dans les ligamentoplasties au tendon rotulien malgré la régénération effective des tendons prélevés et la compensation partielle par les autres muscles fléchisseurs de jambe. Il semblerait également exister un retentissement sur la fonction du genou avec un déficit des rotateurs internes au moins chez les hommes qui cependant n'a pas de conséquences fonctionnelles. Un déficit parfois méconnu de la force des fléchisseurs dans les degrés de flexion au-delà de 70° pourrait être délétère dans la pratique de certains sports spécifiques tels que le judo, la lutte et la gymnastique sportive.

Cependant, malgré ce déficit persistant des fléchisseurs du genou, nos patients sont satisfaits et les scores fonctionnels sont équivalents à ceux obtenus dans les études sur les ligamentoplasties au tendon rotulien. La récupération de la force musculaire n'est donc pas le seul paramètre influençant le résultat de la chirurgie à moyen terme [112] et donc la possibilité de reprise de l'activité sportive au niveau antérieur. Il est possible que la pratique sportive même en compétition ne nécessite pas de développer la force maximale des fléchisseurs si bien qu'un déficit de 10% de cette force maximale est bien toléré.

Par ailleurs, les programmes de rééducation ont sans doute moins pris en compte la prise en charge spécifique des ischio-jambiers par rapport à celle du quadriceps. La prise en charge rééducative mériterait d'être adaptée à la technique du DIDT avec notamment un renforcement analytique des fléchisseurs de jambe à distance de la chirurgie. Cette attitude pourrait être orientée (en l'absence de contre-indication) par la mise en évidence d'un déficit des fléchisseurs constaté au 4<sup>ème</sup> mois par les tests isocinétiques.

Des exercices en chaîne cinétique ouverte prudente des ischio-jambiers associés à des étirements des chaînes musculaires postérieures pourront donc être réalisés dans un délai

prenant en compte le délai d'ostéointégration qui débute à la 10-12<sup>ème</sup> semaine post-opératoire ainsi que le délai cicatrisation des tissus conjonctifs tendineux rompus lors du prélèvement du transplant. Par conséquent, cette prise en charge sera débutée à 3 mois post-opératoires. En effet, un renforcement rapide et précoce inadapté associé à des étirements des ischio-jambiers peuvent être à l'origine d'un accolement des chefs musculaires dont les tendons ont été prélevés en position très courte, voire d'une désinsertion de ces néotendons expliquant ainsi le déficit durable de force des fléchisseurs.

#### **5.2.3.5-déficits de force des extenseurs mesurés en isocinétisme**

Dans notre étude, les tests isocinétiques réalisés à 6 mois montrent un déficit de la force des extenseurs de 24% à 60°/seconde et 20,5% à 180°/seconde. A neuf mois, ces déficits ont régressé mais restent notables avec 21,7% à vitesse lente et 16,7% à vitesse rapide. Les études de Carter et al. [29] ainsi que Errikson et al. [30] avec des tests isocinétiques respectivement à 6 mois et 10 mois retrouvent des résultats du même ordre de grandeur.

Le déficit de la force des extenseurs reste conséquent à douze mois et aux deux vitesses testées : 15,4% à 60°/seconde et 12,4% à 180°/seconde. Les résultats de notre étude sont équivalents à ceux de Yasuda et al. [32] qui montrait pour les valeurs à 60°/seconde un déficit de 17% à 1 an.

Mais, les déficits de la force des extenseurs sont d'importance variable selon les études malgré la notion que ce déficit persiste à un an et même au-delà. Ainsi, le déficit est plus marqué dans des études prenant en compte des lésions chroniques avec un délai accident-chirurgie qui se chiffre en années et non en mois comme dans l'étude d'Anderson et al. [27].

Par contre, Keays et al. [31] qui avaient mis en place un protocole spécifique pré-opératoire avec un travail de renforcement du quadriceps retrouvent une meilleure récupération des extenseurs avec un déficit de seulement 12% à 6 mois alors qu'il est supérieur à 20% dans notre étude aux deux vitesses testées. Aglietti et al. [36] n'avaient pas déterminé de protocole pré-opératoire spécifique mais ils avaient exigé que les amplitudes aient été récupérées de façon symétrique en pré-opératoire pour inclusion. Le déficit des extenseurs chez Aglietti et al. était alors inférieur à 10% à 28 mois de recul en moyenne.

Le déficit des extenseurs mis en évidence après ligamentoplastie au DIDT contredit donc la responsabilité exclusive de la morbidité du site donneur constaté en cas de technique au tendon rotulien. Ceci concorde avec les conclusions de Rubinstein et al. [113] d'une morbidité courte et rapidement réversible après prélèvement du tendon rotulien. En effet, le déficit des extenseurs était déjà constaté en pré-opératoire avec des valeurs comprises entre 7 et 27% selon les études [31, 32, 27, 10]. Ce déficit pré-opératoire est probablement alors lié à la lésion du LCAE et semble prédominer sur les extenseurs par rapport aux fléchisseurs (déficit des fléchisseurs entre 0 et 19% en pré-opératoire). Par contre, ces déficits des fléchisseurs et des extenseurs sont largement réduits en cas de protocole spécifique pré-opératoire [31]. Ce constat permet de démontrer l'utilité d'une prise en charge rééducative après la rupture du LCAE et avant la chirurgie afin de se donner les meilleures chances de bons résultats.

Par ailleurs, le déficit de la force des extenseurs est sans doute encore majoré en post-opératoire du fait de l'agressivité du geste chirurgical. Effectivement, des amyotrophies rapides et importantes du quadriceps sont constatées, même en l'absence de geste sur l'appareil extenseur, de complications ou de geste chirurgical associé ( cf méniscectomie sous arthroscopie). L'éventuelle présence d'un épanchement intra-articulaire (hémarthrose) accentue encore ce phénomène d'amyotrophie quadricipitale selon un phénomène réflexe de « protection » non encore complètement expliqué.

Certaines études comparatives randomisées [28, 99 ] retrouvent un déficit de force des extenseurs significativement supérieur après ligamentoplastie au tendon rotulien par rapport à la technique au DIDT double ou quadruple brins avant neuf mois post-opératoires. Par contre, selon d'autres études comparatives [94, 96, 102] avec un recul au-delà de douze mois, cette différence n'est pas retrouvée significative. Il pourrait donc exister une participation du prélèvement sur le déficit des extenseurs mais qui serait transitoire et résolutive avant le 9<sup>ème</sup> mois post-opératoire [113] en cas de technique au tendon rotulien.

En fait, le déficit de force des extenseurs après ligamentoplastie est probablement plurifactoriel et donc non lié uniquement au type de la technique chirurgicale réalisée mais également à la lésion elle-même (déficit pré-opératoire authentifié) et au geste chirurgical intra-articulaire même en l'absence de complication.

Enfin, plusieurs études ont retrouvé une corrélation pour certains à la fois en pré et en post-opératoire comme chez Keays et al. [114], pour d'autres uniquement en post opératoire [71, 112] entre les tests fonctionnels (en particulier le hop test) et la force des extenseurs du genou alors qu'elle n'a pas été mise en évidence avec les fléchisseurs. Dans le même ordre d'idée, Keays et al [31] retrouvaient en 2001 également une corrélation entre les tests d'agilité (carioca test, shuttle run et side stepping) et les tests isocinétiques significative uniquement sur la force des extenseurs.

Ce manque de corrélation entre la force des fléchisseurs et les tests fonctionnels et d'agilité corrobore les résultats de notre étude. En effet, malgré une récupération incomplète de la force des ischio-jambiers, nos patients sont en majorité satisfaits de la chirurgie en terme de fonctionnalité. Cependant, les patients n'ont pas tous retrouvé leur niveau pré-opératoire à un an de la chirurgie.

Plus surprenant, un déficit persistant est également constaté (et même de manière plus marquée que sur les fléchisseurs) sur la force des extenseurs avec des pourcentages par rapport au côté témoin proches de ceux observés dans les ligamentoplasties par technique au tendon rotulien de Kenneth-Jones. En fonction des études et du délai de recul post-opératoire, ce déficit était retrouvé entre 10 et 40% [ 7, 27, 28, 29, 30].

Il semble donc nécessaire dans les techniques de DIDT de rééduquer de manière spécifique les muscles fléchisseurs tout en conservant des objectifs stricts sur le quadriceps, qui malgré l'absence de prélèvement de l'appareil extenseur, présente aussi un déficit de manière prolongée. Une prise en charge pré-opératoire à la fois du quadriceps et des ischio-jambiers, qui sont tous deux déficitaires en pré-opératoires ainsi qu'une récupération symétrique des amplitudes permettrait d'obtenir de meilleurs résultats en termes de pic de force tout en limitant la survenue de complications telles que les douleurs antérieures.

### **5.3.3-Les sous-populations**

#### **5.3.3.1-Sous-population des douleurs antérieures**

Le groupe des douleurs antérieures est constitué de six patients (10,3%) dans notre étude.

Statistiquement, il n'existe pas dans notre étude de différence significative entre cette population et la population sans douleurs sur la prise en charge rééducative. Aucun de ces patients n'a présenté un défaut de récupération des amplitudes. Ces 6 patients ont tous bénéficié d'un séjour en centre de rééducation sauf un patient qui a bénéficié d'emblée de 20 séances de kinésithérapie en libéral. Ces cinq patients ont ensuite suivi des séances de

kinésithérapie en ville pour 4 d'entre eux (entre 8 et 50 séances) puis entre les 4èmes et 6èmes mois post-opératoires d'un protocole personnalisé en rapport avec leurs objectifs sportifs.

Par contre, le déficit des extenseurs est significativement supérieur à 60°/sec (47,5% contre 30,9%) et 180°/sec (40,8% contre 23,7%) et à 60°/sec à 6 mois (30% contre 18,1%) dans cette population par rapport à la population de référence comme l'ont déjà montré Järvelä et al. [6].

La différence est également significative pour les progrès entre 4 et 6 mois de cette population par rapport à la population de référence avec un pourcentage de progression significativement supérieur (27,8%) dans cette population avec des douleurs antérieures que dans la population sans douleurs (12%). Cette progression plus marquée s'explique par la profondeur du déficit des extenseurs à 4 mois dans cette population par rapport à la population sans douleurs.

Ces douleurs antérieures, rapportées avec une fréquence pouvant atteindre 40% lors de la technique au tendon rotulien de Kenneth-Jones et qui ont conduit à choisir un autre site de prélèvement pour le transplant, sont donc également présentes dans la technique au DIDT. La plupart des études comparatives entre la technique du DIDT versus la technique de Kenneth Jones ne parviennent d'ailleurs pas à mettre en évidence de différence significative dans la fréquence de survenue de ces douleurs antérieures même si les chiffres sont inférieurs [10, 11, 28, 94, 102]. D'un point de vue fonctionnel, les difficultés ou l'impossibilité à tenir ou marcher à genoux [4, 10, 11, 28] après technique au tendon rotulien sont également fréquemment décrites. L'hypothèse principalement évoquée lors de la mise en évidence de ces douleurs lors de la technique de Kenneth-Jones était en rapport avec la morbidité du site donneur. Ainsi, les douleurs lors de la position à genoux étaient rapportées à la survenue de lésions ou de névromes des branches infra-patellaires du nerf saphène lors du prélèvement du

tendon rotulien responsables ensuite de douleurs antérieures. Pourtant, Ejerhed et al. [10] avaient retrouvé 16% de douleurs lors de la position à genoux en pré-opératoire et pour lesquelles les explications précédemment citées ne sont pas suffisantes.

Cette responsabilité du site donneur n'est évidemment pas satisfaisante dans le cadre de la technique du DIDT et ce d'autant plus que dans notre étude, nous nous sommes intéressés effectivement aux douleurs de repos mais aussi aux douleurs survenant à l'effort. Comme dans la littérature, nous avons donc cherché d'autres hypothèses. Nous n'avons pas retenu comme hypothèse chez nos patients la responsabilité du tunnel tibial et de la fixation tibiale du transplant puisque les douleurs décrites par nos patients n'étaient pas localisées assez bas pour y être rapportées.

Certains auteurs ont souligné une corrélation entre ces douleurs antérieures et le déficit des extenseurs [6, 115]. Järvelä et al. [6] décrivent ainsi une régression des douleurs par renforcement spécifique du quadriceps à l'image des protocoles utilisés pour traiter les syndromes fémoro-patellaires [116]. Järvelä et al. [6] ont également dégagé une corrélation entre un score de Lysholm faible et des douleurs antérieures que nous n'avons pas retrouvée dans notre étude. Mais, cet auteur n'avait pas individualisé de groupe algoneurodystrophie. Järvelä et al. [6], qui ont un recul moyen post-chirurgical de 7 ans dans leur étude, rapporteraient ces douleurs antérieures à un syndrome fémoro-patellaire à des phénomènes dégénératifs secondaires mais sans qu'ils ne concluent sur leur étiologie (prélèvement tendon rotulien ou dysplasie préexistante). Par contre, l'étude comparative de Beynon et al. [94], qui rapporte 23 % de douleurs antérieures à 3 ans de recul post-opératoire, ne note pas de

différence significative entre la technique au tendon rotulien de Kenneth Jones et celle au DIDT ce qui n'est pas en faveur de la responsabilité du prélèvement.

Selon notre étude prospective sur un an, nous serions enclins à nous orienter vers un syndrome fémoro-patellaire en rapport avec un dysfonctionnement de l'appareil extenseur et en particulier une amyotrophie du vaste médial souvent incriminée dans ces syndromes. La ligamentoplastie pourrait être en fait simplement révélatrice d'une chondropathie rotulienne qui préexistait à la rupture du LCAE. Une analyse plus rigoureuse de l'appareil extenseur n'a cependant pas pu être réalisée dans notre étude empêchant toute conclusion définitive.

Enfin, devant des douleurs antérieures, l'hypothèse d'un syndrome neuroalgodystrophique à minima n'est pas écartée surtout que certains auteurs ont établi une corrélation entre un défaut de récupération des amplitudes (notamment de l'extension) et ces douleurs antérieures [4, 8, 115]. Cette corrélation n'a cependant pas été confirmée ni par Järvelä et al. [6] ni par Aglietti et al. [9]. Ce syndrome pourrait correspondre l'expression clinique du syndrome de rétraction du tendon patellaire [117, 118, 119]. Cliniquement, il est retrouvé alors une rotule de mobilité franchement diminuée voire fixée en position basse. Ces auteurs rapportent cette anomalie au développement d'une hyperplasie fibreuse pathologique des tissus de la face antérieure du genou entraînant un raccourcissement du tendon patellaire qui a nécessité un débridement arthroscopique. Il pourrait en fait s'agir d'un tableau de neuroalgodystrophie à minima en termes d'intensité et de durée. Les douleurs sont plus modérées et le déficit de la force n'intéresse que les extenseurs de manière moins marquée et moins prolongée que dans le tableau de neuroalgodystrophie.

En pratique, la survenue de douleurs antérieures doit nécessiter une adaptation de la prise en charge. Les activités douloureuses doivent être limitées et un retour à un niveau d'activité sédentaire doit même être envisagé de manière transitoire. La récupération maximum des amplitudes articulaires notamment l'extension complète par une prise en charge pré-opératoire puis un protocole post-opératoire permettraient de prévenir l'apparition des douleurs antérieures [8]. Cette restauration précoce de l'extension complète ne met pas en danger la stabilité ultérieure du genou dans la technique de Kenneth Jones si l'isométrie du transplant a été respectée [113, 120] mais le délai plus long d'ostéointégration du transplant dans la technique au DIDT nécessite probablement une attitude plus prudente. Les activités de renforcement du quadriceps en infra-douloureux doivent être encouragées. En fonction des douleurs et des signes cliniques (notamment épanchement ou non), des exercices en chaîne cinétique fermée en cas de syndrome fémoro-patellaire authentifié et des exercices d'étirement des chaînes musculaires antérieures et postérieures devront être proposés.

### **5.3.3.2-Sous-population des douleurs postérieures**

Notre groupe de patients présentant des douleurs postérieures est constitué de quatre individus soit 6,9% de notre population. Ces douleurs postérieures apparaissent dans des conditions différentes au fil de l'évolution. Initialement présentes au repos, elles apparaissent ensuite uniquement à l'effort et peuvent uniquement être ressenties lors des accélérations.

Ces douleurs postérieures ont été rarement signalées dans la littérature. Ces douleurs sont alors attribuées à une morbidité du site donneur alors que les tendons régénèrent dans 75% des cas. Colombet et al. [90] notent des douleurs postéro-externes avec la description de 7 « gênes » modérées sur 200 patients au niveau du site prélevé à 1 an.

Notre étude est parvenue à mettre en évidence un déficit plus marqué des fléchisseurs dans cette population par rapport à la population de référence avec une tendance significative

( $p= 0,09$ ) dans les six premiers mois. Même si ce résultat n'est pas significatif en raison du faible échantillon ( $n=4$ ), les déficits moyens des fléchisseurs aux deux vitesses et aux différentes dates sont largement supérieurs à la population de référence et sont plutôt de l'ordre des déficits constatés dans l'algodystrophie. Cependant, dans ce cas, les extenseurs ne sont pas affectés par un déficit aussi important que dans la population algodystrophie.

Ce déficit des fléchisseurs pourrait donc être rapporté aux douleurs postérieures en rapport avec le site de prélèvement. En effet, ces douleurs sont peut être le signe d'une anomalie de la cicatrisation du site prélevé. Cette cicatrisation retardée peut être liée à la présence d'un hématome et de phénomènes inflammatoires locaux. Dans ce cas, la moins bonne régénération et la possible réinsertion des néo-tendons en position nettement plus proximale pourrait être à l'origine d'une persistance du déficit des fléchisseurs.

La seule différence significative dans notre étude concerne les progrès de la force des fléchisseurs entre 4 et 6 mois à  $60^\circ/\text{sec}$  qui sont nettement supérieurs dans cette population (40%) que dans la population de référence (8,9%). Cette différence n'existe plus entre 6 et 12 mois car cette population avec des douleurs postérieures aurait déjà rattrapé son retard des 6 premiers mois. Le déficit des fléchisseurs est donc surtout présent dans les 6 premiers mois avec une récupération espérée à 12 mois. Cependant, dans notre faible échantillon (cf Tableau-p77), le déficit perdure à 12 mois pour 3 des 4 patients. En effet, même si le déficit moyen régresse, les résultats sont en fait « emportés » par les bons résultats du patient N° 1 alors que les 3 autres patients (N° 1, 2 et 3) présentant toujours des déficits des fléchisseurs aux deux vitesses angulaires autour de 20 à 30% à 12 mois post-opératoires.

D'un point de vue pratique, les hématomes sur le site donneur constatés en post-opératoire sont souvent longs à se résorber et nécessitent le recours à des glaçages protégés et à des bandes de contention. Leur présence incite à la prudence et à retarder la réalisation d'étirements des chaînes postérieures mais aussi le travail de renforcement en chaîne cinétique ouvert des fléchisseurs de genou. En effet, l'insertion plus proximale donc en position courte des néo-

tendons des muscles prélevés les expose à un risque de désinsertion s'ils sont étirés de manière trop intensive.

### **5.3.3.3-Douleurs globales évocatrices d'une neuroalgodystrophie**

Cette population a été définie par des douleurs « globales » du genou associées à des difficultés de récupération des amplitudes articulaires et est constituée de cinq patients (8,6%). La fréquence de cette algoneurodystrophie est variable selon les études et n'est pas fréquemment isolée dans la littérature. Parfois, il semble exister une confusion entre deux présentations cliniques différentes que sont la raideur ou la difficulté de récupération des amplitudes et l'algodystrophie.

L'algodystrophie, correspond à un syndrome douloureux articulaire et périarticulaire lié à des perturbations neurovégétatives vasomotrices par diminution du seuil de sensibilité des récepteurs périphériques aux neuromédiateurs périphériques. Il est également appelé syndrome douloureux régional complexe de type I [88]. Ce syndrome est caractérisé par son évolution classiquement (mais pas toujours) en une première phase aiguë fluxionnaire et douloureuse puis une seconde phase dystrophique avec raideur et rétraction.

Selon plusieurs études françaises [90, 121], cette complication est isolée. Ainsi, Colombet et al. [90] signalent une fréquence de 2,5% et Robineau et al. [121] de 8,1% qui se rapproche plus de nos chiffres. Malgré le faible échantillon, il existe dans notre étude des différences significatives principalement entre cette population et la population de référence à la fois sur les tests isocinétiques et sur les échelles fonctionnelles. Ainsi, le déficit des extenseurs est plus important de manière significative dans cette population (60%) par rapport aux 3 autres populations à 60°/sec à 4 mois. Le déficit des extenseurs (53,6%) est également retrouvé significatif par rapport à la population de référence (23,7%) et par rapport à la population qui présente des douleurs postérieures (24%) à 4 mois à vitesse rapide. Il existe

également un déficit significatif par rapport à la population de référence et la population qui présente des douleurs postérieures aux deux vitesses à 6 mois.

Cette différence significative est par contre limitée avec la seule population de référence à douze mois aux deux vitesses ainsi qu'aux progrès de ces mêmes extenseurs à vitesse rapide entre 4 et 6 mois.

L'échelle de Lysholm est également significativement différente à 4, 6, 9 et 12 mois entre cette population et la population de référence alors qu'aucune différence significative n'est retrouvée avec les deux autres populations douloureuses.

L'évolution de cette population avec des douleurs globales est évocatrice d'une neuroalgodystrophie et est caractérisée par la durée et de l'intensité des déficits des fléchisseurs et des extenseurs en plus de leur forte répercussion sur les indices fonctionnels. Pourtant, le score de Lysholm est rapidement satisfaisant quand les activités de la vie quotidienne sont réalisables. L'évolution de l'échelle de Tegner est cependant favorable chez les 3 patients dont les objectifs sportifs étaient inférieurs ou égaux à 6 et qui ont récupéré leurs objectifs sportifs à 12 mois. Par contre, pour les 2 autres patients dont les objectifs étaient plus ambitieux à respectivement 8 et 7, il existe une perte de 5 et 2 points.

Selon l'étude réalisée par Robineau et al. [121], le groupe neuroalgodystrophie constitué de 7 patients (8,1%) présentait un déficit supérieur à 30% pour les extenseurs à 60°/sec qui avait été relevé plus fréquemment de manière significative que dans les autres groupes avec des complications autres ou sans complications. Cependant, cette étude avait concerné principalement des ligamentoplasties par technique de Kenneth Jones au tendon rotulien (90% des cas) mais aussi par technique de Mac Intosh (10% des cas). Les autres différences significatives retrouvées dans cette étude étaient l'âge avec des patients plus âgés (29 ans en moyenne) et une fréquence plus importante (trois quarts des cas) de patients opérés avant la fin du troisième mois (sans différence d'âge du groupe opéré avant 3 mois avec les

autres groupes de complications). Ces deux facteurs ne sont cependant pas retrouvés comme significatifs dans notre étude.

Les diagnostics différentiels de l'algodystrophie sont d'une part le syndrome de rétraction patellaire et d'autre part un tableau associant des douleurs antérieures et des douleurs postérieures. Cependant, dans ces deux cas, il n'existe pas de déficit de force aussi marqué ni aussi prolongé sur les extenseurs et sur les fléchisseurs.

Lors de la visite du quatrième mois, des douleurs « globales » du genou et des difficultés de récupération des amplitudes (qui peuvent être modérées) associées à un déficit de force des extenseurs mais aussi des fléchisseurs doivent conduire à suspecter fortement un syndrome neuroalgodystrophique et à entreprendre une réorientation de la prise en charge compte tenu du caractère péjoratif de ce syndrome. Les activités non douloureuses vont ainsi être privilégiées et l'accent va être porté sur la récupération des amplitudes. La réduction du flossum devra être recherchée par reprise des soins de masso-kinésithérapie et mise en place d'une orthèse d'extension nocturne. Par contre, malgré la constatation de déficits de force majeurs, le travail de renforcement devra être adapté aux douleurs et non intensifié comme il pourrait être tentant de le faire. Enfin, le patient pourra être déjà informé du délai de reprise des activités notamment pivot-contact qui sera allongé aux alentours de 18 à 24 mois. La reprise ne sera autorisée de toute façon que si la force musculaire est satisfaisante mais aussi si les amplitudes sont à nouveau compatibles avec les activités pratiquées.

## **6-CONCLUSION**

Notre étude descriptive prospective réalisée à partir de 58 cas de ligamentoplasties de genoux de type DIDT 4 brins a permis de mettre en évidence un déficit conséquent et persistant à un an de la force des fléchisseurs mais aussi des extenseurs de genou. Ainsi, le déficit des fléchisseurs à 1 an est de 11,6% et 10,6% aux vitesses angulaires respectives de 60 et 180°/seconde tandis que celui des extenseurs est de 15,4% et 12,4% aux mêmes vitesses.

Parallèlement, nous rapportons de bons résultats cliniques avec seulement deux échecs (3,5%) associés à une bonne satisfaction des patients vis-à-vis de la chirurgie comme en témoigne la récupération de leur objectif Tegner chez 64% d'entre eux au terme d'une année post-opératoire. En effet, cet objectif Tegner représentait une des indications principales du choix de la chirurgie par rapport au traitement fonctionnel sauf dans les cas particuliers de dérobolements itératifs dans la vie courante.

Le déficit de force de 10% des fléchisseurs mis en évidence à 12 mois post-opératoires n'affecte pas les bons résultats constatés en terme de scores fonctionnels (Lysholm, Arpège) et de retour à l'activité sportive antérieure (Tegner) en l'absence de complications notamment douloureuses.

Selon nos résultats, Il est nécessaire d'insister à la fois sur la reprogrammation sensori-motrice et sur le travail de la force en analytique des fléchisseurs sans oublier le travail de renforcement du quadriceps afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles lors de la ligamentoplastie du LCAE par la technique du DIDT. Il faudra cependant rester prudent dans les exercices de renforcement et d'étirement des ischio-jambiers pour éviter les désinsertions en position courte et ce d'autant plus qu'il existe un hématome post-opératoire sur le site de prélèvement. Tout comme dans les ligamentoplasties utilisant le tendon rotulien, il faudra privilégier le travail de renforcement du quadriceps par des exercices en chaîne cinétique

fermée afin d'éviter les douleurs antérieures même si elles ne sont pas toutes à rapporter à un syndrome fémoro-patellaire.

Malgré des populations douloureuses constituées par de très faibles échantillons, des principes généraux thérapeutiques et rééducatifs à la vue des résultats isocinétiques de chacune de ces populations peuvent être présentés. Dès le quatrième mois post-opératoire, si l'évolution clinique n'est pas favorable, les modalités de la prise en charge rééducative doivent être adaptées à la situation. Le patient pourra également être informé de la durée d'évolution envisagée notamment en termes de délai de reprise de sa pratique sportive.

Schématiquement, les patients qui présentent des douleurs globales du genou avec des déficits marqués et durables des fléchisseurs et des extenseurs auront une évolution nettement plus longue (probablement plus aux alentours de 18-24 mois) que les autres patients. La prise en charge sera alors axée sur la récupération des amplitudes et l'antalgie. Par contre, un renforcement de la force musculaire ou une réathlétisation « agressive » sera contre-indiquée car elle risquera de retarder l'évolution ou d'aggraver le patient.

Parallèlement, les patients qui ont des douleurs antérieures présentent des déficits des extenseurs significatifs par rapport à la population sans douleurs à 4 et 6 mois mais ils récupèrent ensuite leur retard. Pour ces patients, il est souhaitable de proposer une prise en charge adaptée à la douleur et les activités douloureuses devront être limitées. Cependant, il ne faudra pas négliger le renforcement du quadriceps pour ne pas auto-entretenir ces douleurs antérieures surtout par des exercices en chaîne cinétique fermée qui sollicitent moins la fémoropatellaire.

Les patients présentant des douleurs postérieures ont une tendance à un déficit plus marqué des fléchisseurs et ce de manière durable même si le pourcentage de progression entre les 4 et 6<sup>ème</sup> mois post-opératoire est supérieur à celui de la population de référence. Parallèlement, ces patients ont un pic de force des extenseurs rapidement satisfaisant. La prise en charge sera alors orientée vers un renforcement spécifique des fléchisseurs associé à des étirements avec les précautions d'usage notamment de respect de la douleur ou en cas d'hématome post opératoire.

L'évaluation par test isocinétique de la force des extenseurs et des fléchisseurs de genou représente donc un test clef pour décider d'une orientation ou réorientation de la conduite rééducative. Elle permet de distinguer par une méthode objective les patients douloureux. Si un déficit anormal sur les fléchisseurs et/ou sur les extenseurs est mis en évidence, il sera alors intéressant de réaxer la prise en charge rééducative et de rapprocher la surveillance évolutive. Le test du quatrième mois permet d'obtenir des valeurs de référence et d'objectiver une évolution problématique, détectée par la clinique. Les tests sont ensuite pratiqués à intervalles réguliers au cours de la première année post-opératoire avec deux objectifs principaux : déterminer si la « modalité » rééducative choisie est correcte et suivre les délais de progression du patient qui permettront de décider du délai adéquat de reprise sportive.

Selon notre suivi sur 12 mois, la technique de ligamentoplastie au DIDT 4 brins est donc une technique de reconstruction du LCAE fiable sur une durée de 12 mois avec une bonne satisfaction clinique, fonctionnelle et subjective des patients. Il est cependant

nécessaire d'adapter la rééducation post-opératoire à ce nouveau site de prélèvement. En effet, la particularité de son ostéointégration et donc de sa fixation ainsi que le délai de cicatrisation des tissus tendineux rompus lors du prélèvement nécessite d'être plus prudent sur les exercices d'étirement et de renforcement des ischio-jambiers dans les premières semaines. Passé ce délai de prudence de 3 mois, un travail plus spécifique des fléchisseurs devra être réalisé pour éviter de laisser perdurer un déficit important. Par contre, cette prise en charge ne doit pas pour autant négliger d'une part la rééducation pré-opératoire et d'autre en post-opératoire : les exercices de renforcement en chaîne cinétique fermée du quadriceps et le travail de reprogrammation sensori-motrice.

## **7-BIBLIOGRAPHIE**

# BIBLIOGRAPHIE

1. Kannus P, Järvinen M. Posttraumatic anterior cruciate ligament insufficiency as a cause of osteoarthritis in a knee joint. *Clin Rheumatol* 1989;**8**:251-260.
2. Sherman M, Warren R, Marshall J. A clinical and radiographical analysis of 127 anterior cruciate deficient knee. *Clin Orthop* 1988;**227**:229-237.
3. Noyes FR, Mooar PA, Matthews DS. The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. *J Bone Joint Surg* 1983;**65 A**:154-162.
4. Kartus J, Magnusson L, Stener S, Brandsson S, Eriksson BI, Karlsson J. Complications following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction : a 2-5year follow-up of 604 patients with special emphasis on anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;**7**:2-8.
5. Kartus J, Ejerhed L, Sernert N, Brandsson S, Karlsson J. Comparison of traditional

- and subcutaneous patellar tendon harvest. *Am J Sports Med* 2000;**28**:328-335.
6. Järvela T, Ka, us, P., Järvinen M. Anterior knee pain seven years after an anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone autograft. *Scand J Med Sci Sports* 2000;**10**:221-227.
  7. Rosenberg TD, Franklin JL, Baldwin GN, Nelson KA. Extensor mechanism function after patellar tendon graft harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1992;**20**:519-527.
  8. Shelbourne KD, Gray T. Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. *Am J Sports Med* 1997;**25**:786-795.
  9. Aglietti P, Buzzi R, Zaccherotti G, De Biase P. Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1994;**22**:211-217.
  10. Ejerhed L, Kartus J, Sernert N, Köhler K, Karlsson J. Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction? *Am J Sports Med* 2003;**31**:19-25.
  11. Corry IS, Webb JM, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament: a comparison of patellar tendon autograft and four strand hamstring tendon autograft. *Am J Sports Med* 1999;**27**:444-453.
  12. Bach BR, Warren RF, Flynn WM. Arthrometric evaluation of knees that have a torn anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg* 1990;**72A**:1299-1306.
  13. Daniel DM, Malcolm LL, Losse G. Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg* 1985;**67A**:720-726.
  14. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligaments injuries. *Clin Orthop* 1985;**198**:43-49.
  15. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med* 1982;**10**:150-154.
  16. Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete: the lachman's test. *Am J Sports Med* 1976;**4**:84-93.
  17. Galway RD, Beaupre A, Mac Intosh DL. Pivot Shift: a clinical sign of symptomatic anterior cruciate ligament insufficiency. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;**54**:763-764.
  18. Kouvalchouk JF, Hassan E, Saddier P. Plastie de l'échancrure intercondylienne. *J. Traumatol. Sport* 1995;**12**:237-240.
  19. Laprade RF, Burnett RM. Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries. A prospective study. *Am J Sports Med* 1994;**22**:198-203.
  20. Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF, Hefzy MS. Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg* 1984;**66-A**:344-352.

21. Tsuda E, Okamura Y, Otsuka H, Komatsu T, Tokuya S. Direct evidence of the anterior cruciate ligament-hamstring reflex arc in humans. *Am J Sports Med* 2001;**29**:83-87.
22. Chambat P. Injuries in skiing. *Rev Prat* 1985;**35(7)**:377-380; 383-385.
23. Grontvedt T, Engebresten L, Benum P. A prospective randomized study of three operations for acute rupture of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg* 1996;**78-A**:159-168.
24. Barrett GR, Line LL, Shelton WR, Manning JO, Phelps R. The dacron ligament prosthesis in anterior cruciate ligament reconstruction. A four-year review. *Am J Sports Med* 1993;**21**:367-373.
25. Paulos LE, Rosenberg TD, Grewe SR, Tearse DS, Beck CL. The Gore-Tex anterior cruciate ligament prosthesis. Along term follow-up. *Am J Sports Med*;1992;**20**:246-252.
26. Klein W, Jensen KU. Synovitis and artificial ligaments. *Arthroscopy* 1992;**8**:116-124.
27. Anderson JL, Lamb SE, Barker KL, Davies S, Dodd CA, Beard DJ. Changes in muscle torque following anterior cruciate ligament reconstruction : a comparison between hamstrings and patella tendon graft procedures in 45 patients. *Acta Orthop scand* 2002;**73**:546-552.
28. Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Steen H. Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2001;**29**:722-728.
29. Carter TR, Edinger S. Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction : hamstring versus patellar tendon. *Arthroscopy* 1999;**15**:169-172.
30. Eriksson K, Anderberg P, Hamberg P, et al. A comparison of quadruple semitendinosus and patellar tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;**83**:348-354.
31. Keays SL, Bullock-Saxton J, Keays AC, Newcombe P. Muscle strength and function before and after anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis. *The Knee* 2001;**8**:229-234.
32. Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda K. Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 1995;**23**: 706-715.
33. Christensen B, Jakob RP. Fractures associated with patellar ligament grafts in cruciate ligament surgery. *J Bone Joint Surg Br.* 1992;**74**.
34. Bonamo JJ, Krinick RM, Sporn AA. Rupture of the patellar ligament after use its central third for anterior cruciate reconstruction. A report of two cases. *J Bone Joint Surg* 1984;**66**:1294-1297.
35. Marumoto JM, Mitsunago MMR, A.B., Medoff RJ, Mayfield GW. Late patellar

tendon rupture after removal of the central third for anterior cruciate ligament reconstruction. A report of two cases. *Am J Sports Med* 1996;**24**:698-701.

36. Aglietti P, Buzzi R, Menchetti P-PM, Giron F. Arthroscopically assisted semitendinosus and gracilis tendon graft in reconstruction for acute anterior cruciate ligament injuries in athletes. *Am J Sports Med* 1996;**24**:726-731.
37. Brandsson S, Faxen E, Errikson BI. Closing patellar tendon defects after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;**6**:82-87.
38. Hamner DL, Brown CH, Steiner ME, Hecker AT, Hayes WC. Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament : biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Joint Surg* 1999;**81-A**:549-556.
39. Wilson TW, Zafuta MP, Zobitz M. A biomechanical analysis of matched bone-patellar tendon-bone and double-looped semitendinosus and gracilis tendon grafts. *Am J Sports Med* 1999;**27**:202-207.
40. Schatzmann L, Brunner P, Stäubli HU. Effects of cyclic preconditioning on the tensile properties of human quadriceps tendons and patellar ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;**6**:S56-S61.
41. Tis JE, Klemme WR, Kirk KL, Murphy KP, Cunningham B. Braided hamstring tendons for reconstruction of the anterior cruciate ligament : a biomechanical analysis. *Am J Sports Med* 2002:684-688.
42. Millet PJ, Miller BS, Close M, Sterett W, Walsh W, Hawkins RJ. Effects of braiding on tensile properties of four-strand human hamstring tendon grafts. *Am J Sports Med* 2003;**31**:714-717.
43. Amiel D, Frank CB, Harwood J. Tendons and ligaments : A morphological and biochemical comparison. *J Orthop Res* 1984;**1**:257-265.
44. Rougraff B, Shelbourne KD, Gerth PK. Arthroscopic and histologic analysis of human patellar tendon autografts used for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1993;**21**:277-284.
45. Johnson DL. The outcome of a free autogenous semitendinosus tendon graft in human anterior cruciate reconstructive surgery: a histological study. *Arthroscopy* 1993;**9**:131-142.
46. Goradia VK, Rochat MC, Kida M, Grana WA. Natural history of a hamstring tendon autograft used for anterior cruciate ligament reconstruction in a sheep model. *Am J Sports Med* 2000;**28**:40-46.
47. Takai S, Woo SLY, Horibe S. The effects of frequency and duration of controlled passive mobilization of tendon healing. *J Orthop Res* 1991;**9**:705-713.
48. Woo SLY, Gomez MA, Sites TJ. The biomechanical and morphological changes in the medial collateral ligament of the rabbit after immobilization and remobilization. *J Bone Joint Surg* 1987;**69 A**:1200-1211.
49. Barrack RL, Lund PJ, Munn BG, Wink C, Happel L. Evidence of reinnervation of

- free patellar tendon autograft used for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1997;**25**:196-201.
50. Denti M, Monteleone M, Berardi A. Anterior cruciate ligament mechanoreceptors. *Clin Orthop* 1994;**308**:29-32.
  51. Jackson DW, Schaffer RK. Cyclops syndrome : loss of extension following intra articular cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1990;**6**:171-178.
  52. Ferreti A, Conteduca F, Morelli F, Masi V. Regeneration of the semitendinosus tendon after its use in anterior cruciate ligament reconstruction : an histologic study of three cases. *Am J Sports Med* 2002;**30**:204-207.
  53. Rispoli DM, Sanders TG, Miller MD, Morrisson WB. Magnetic resonance imaging at different time periods following hamstring harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2001;**17**:2-8.
  54. Papandrea P, Vulpiani MC, Ferreti A, Conteduca F. Regeneration of the semitendinosus tendon harvested for anterior cruciate ligament reconstruction: evaluation using ultrasonography. *Am J Sports Med* 2000;**28**:556-561.
  55. Simonian PT, Harrisson SD, Cooley VJ. Assessment of morbidity of semitendinosus and gracilis tendon harvest for ACL reconstruction. *Am J Knee Surg* 1997;**10**:54-59.
  56. Goradia VK, Rochat MC, Grana WA. Tendon-to-bone healing of a semitendinosus tendon autograft used for ACL reconstruction in a sheep. *Am J Knee Surg* 2000;**13**:143-151.
  57. Rodeo SA, Arnoczky SP, Torzilli PA. Tendon-healing in a bone tunnel.A biomechanical and histological study in the dog. *J Bone Joint Surg* 1993;**75A**:1795-1803.
  58. Pinczewski LA, Clingeleffer AJ, Otto DD. Integration of hamstring tendon graft with bone in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 1997;**13**:641-643.
  59. Simonian PT, Sussmann PS, Baldini TH. Interference screw position and hamstring graft location for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1998;**14**:454-464.
  60. Shino K, Pflaster DS. Comparison of eccentric and concentric screw placement for hamstring graft fixation in the tinal tunnel. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 2000;**8**:73-75.
  61. Brand JC, Pienkowski D, Steenlage E, Hamilton D, Johnson DL, Caborn DNM. Interference screw fixation strength of a quadrupled hamstring tendon graft is direct related to bone mineral density and insertion torque. *Am J Sports Med* 2000:705-710.
  62. Weiler A, Hoffmann RFG, Stähelin AC. Hamstring tendon fixation using interference screws: a biomechanical study in calf tibial bone. *Arthroscopy* 1998;**14**:29-37.

63. Perrine JJ. Isokinetic exercise and the mechanical energy potentials of muscle. *J Health Phys Educ Rec* 1968;**40**:4-9.
64. Sale D, Norman R, Dainty D. Evaluation physiologique de l'athlète de haut niveau. *Montreal: Décarie* 1988:11-52.
65. Aitkens S, Lord J, Bernauer E, Fowler W, Lieberman J, Berck P. Relationship of manual muscle testing to objective strength measurements. *Muscle Nerve* 1989;**12**:173-177.
66. Davies GJ. A compendium of isokinetics in clinical usage. *La crosse, Wis : S § S Publishers* 1992:9-15.
67. Jurist KA, Otis JC. Anteroposterior tibiofemoral displacements during isometric extension efforts. The role of external load and knee flexion angle. *Am J Sports Med* 1985;**13**:254-258.
68. Nisell R, Erickson MO. Tibiofemoral joint forces during isokinetic knee extension. *Am J Sports Med* 1989;**17**:49-54.
69. Maitland ME, Lowe R. Does cybex testing increase knee laxity after ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 1993;**5**:690-695.
70. Croisier JL, Crielaard JM. Exploration isocinétique: analyse des paramètres chiffrés. *Ann Readaptation Med Phys* 1999;**42**:538-545.
71. Petschnig R, Baron R, Albrecht M. The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;**28**:23-31.
72. Dauty M, Potiron-Josse M, Rochcongar P. Conséquences et prédiction des lésions musculaires des ischio-jambiers à partir des paramètres isocinétiques concentriques et excentriques du joueur de football professionnel. *Ann Readaptation Med Phys* 2003:601-606.
73. Gleeson NP, Mercer TH. The utility of isokinetic dynamometry in the assessment of human muscle function. *Sports Med* 1996;**21**:18-34.
74. Lord JP. Isometric and isokinetic measurements of hamstring and quadriceps strength. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;**73**:324-329
75. Bandy WD, McLaughlin S. Intramachine and intermachine reliability for selected dynamic muscle performance torque. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;**18**:609-613.
76. Farrel M, Richard JG. Analysis of the reliability and validity of the kinetic communication exercise device. *Med Sci Sports Exerc* 1986;**18**:44-49.
77. Levene JA, Hart BA, Seeds RH, Fuhrman GA. Reliability of reciprocal isokinetic testing of the knee extensors and flexors. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991;**14**:121-127.
78. Montgomery LC, Douglass LW, Deuster PA. Reliability of an isokinetic test of

- muscular strength and endurance. *J Orthop Sports Phys Ther* 1989;**10**:315-322.
79. Molczyk L, Thigpen L, Eickhoff J, Goldgar D, Gallagher J. Reliability of testing the knee extensors and flexors in healthy adult women using a Cybex II isokinetic dynamometer. *J. Orthop Sports Phys Ther* 1991;**14**:37-41.
80. Timm K, Gennrich P, Burns R, Fyke D. The mechanical and physiological performance reliability of selected isokinetic dynamometers. *Isokinetic Exerc Sci* 1992;**2**:182-190.
81. Kramer J, Nusca D, Fowler P, Webster-Bogaert S. Knee flexor and extensor strength during concentric and eccentric muscle actions after anterior cruciate ligament reconstruction using the semitendinosus tendon and ligament augmentation device. *Am J Sports Med* 1993;**21**:285-291.
82. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlation : uses in assessing rater reliability. *Psych Bull* 1979;**86**:420-428.
83. Brown L, Whitehurst M, Bryant J. Reliability of the LIDO active isokinetic dynamometer concentric mode. *Isokinetics Exerc Sci* 1992;**2**:191-194.
84. Steiner L, Harris B, Krebs D. Reliability of eccentric isokinetic knee flexion and extension measurements. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;**74**:1327-1335.
85. Leslie M, Zachasweski J, Browne P. Reliability of of isokinetic torque values for ankle invertors and evertors. *J Orthop Sports Phys Ther* 1990;**11**:612-616.
86. Batzopoulos V, Williams JG, Brodie DA. Source of error in isokinetic dynamometry: Effects of visual feedback on maeimum torque measurements. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991;**13**:138-142.
87. Perrin D. Isokinetic exercise and assessment. *Leeds : Human kinetics publishers.* 1993.
88. Pelissier J, Viel E, Chauvineau V, Ricard C, Romain M, Herisson C. Algodystrophie ou syndrome douloureux régional complexe de type I. *Traité de kinésithérapie. E.M.C Médecine physique-réadaptation.* 2003;**26 934-A-10**.
89. Strum GM, Friedman MJ, Fox JM. Acute anterior cruciate ligament reconstruction: analysis of complications. *Clin Orthop* 1985;**166**:165-172.
90. Colombet P, Allard M, Bousquet V, De Lavigne C, Flurin P-H, Lachaud C. Anterior cruciate ligament reconstruction using four-strand semitendinosus and gracilis tendon grafts and metal interference screw fixation. *Arthroscopy* 2002;**18**:232-237.
91. Siegel MG, Barber-Westin SD. Arthroscopic-assisted outpatient anterior cruciate ligament reconstruction using the semitendinosus and gracilis tendons. *Arthroscopy* 1998;**14**:268-277.
92. Keays SL, Bullock-Saxton J, Newcombe P, Keays C. The relationship between knee strength and functional stability before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *J. Orthop Res.* 2003;**2**:231-237.
93. Cooley VJ, Deffner KT, Rosenberg TD. Quadrupled semitendinosus anterior

cruciate ligament reconstruction : Five-years results in patient without meniscus loss. *Arthroscopy* 2001;**17**:795-800.

94. Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Kannus P, Kaplan M, Renström P. Anterior cruciate ligament replacement : comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. *J Bone Joint Surg* 2002;**84-A**: 1503-1513.
95. Snyder-Mackler L, Fitzgerald GK, Bartolozzi AR, Ciccotti MG. The relationship between passive joint laxity and functional outcome after anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 1997;**25**:191-194.
96. Witvrouw E, Belleman J, Verdonk R, Cambier D, Coorevits P, Almqvist F. Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop* 2001;**25**:308-311.
97. Beard DJ, Anderson JL, Davies S, Price AJ, Dodd CA. Hamstrings vs. patella tendon for anterior cruciate ligament reconstruction : a randomised controlled trial. *Knee* 2001;**8**:45-50.
98. Goradia VK, Grana WA. A comparison of outcome at 2 and 6 years after acute and chronic anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon grafts. *J Arthr* 2001.
99. Feller JA, Webster KE. A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2003;**31**:564-573.
100. Segawa H, Koga Y, Kameo T, Iida S, Tanaka M. Rotational muscle strength of the limb after anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis tendon. *Arthroscopy* 2002;**18**:177-182.
101. Nakamura N, Horibe S, Sasaki S, et al. Evaluation of active knee flexion and hamstring strength after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. *Arthroscopy* 2002;**6**:598-602.
102. Marder RA, Raskind JR, Carroll M. Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction : patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 1991;**19**:478-484.
103. Coombs R, Cochrane T. Knee flexor strength following anterior cruciate ligament reconstruction with the semitendinosus and gracilis tendons. *Int J Sports Med* 2001;**22**:618-622.
104. Cross MJ, Roger G, Kujawa P, Anderson IF. Regeneration of the semitendinosus and gracilis tendons following their transection for repair of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1992;**20**:221-223.
105. Eriksson K, Hamberg P, Jansson E, Larsson H, Shalabi A, Wredmark T. Semitendinosus muscle in anterior cruciate ligament surgery: morphology and function. *Arthroscopy* 2001;**17**:808-817.
106. Irie K, Tomatsu T. Atrophy of semitendinosus and gracilis and flexor mechanism function after hamstring tendon harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. *orthoblue* 2002;**25**:491-495.

107. Viola RW, Sterett W, Newfield D, Steadman JR, Torry MR. Internal and external tibial rotation strength after anterior cruciate ligament reconstruction using ipsilateral semitendinosus and gracilis tendon autografts. *Am J Sports Med* 2000;**28**:552-555.
108. Lipscomb AB, Johnston RK, Snyder RB, Warburton MJ, Gilbert PG. Evaluation of hamstring strength following use of semitendinosus and gracilis tendons to reconstruct the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1982;**10**:340-342.
109. Tashiro T, Kurosawa H, Kawakami A, Hikita A, Fukui N. Influence of medial hamstring tendon harvest on knee flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2003;**31**:522-529.
110. Ohkoshi Y, Inoue C, Yamane S. Changes in muscle strength properties caused by harvesting of autogenous semitendinosus tendon for reconstruction of controlateral anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 1998;**14**:580-584.
111. Adachi N, Ochi M, Sakai Y, Kuriwaka M, Fujihara A. Harvesting hamstring tendons for ACL reconstruction influences postoperative hamstring muscle performance. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003;**123**:460-465.
112. Wilk KE, Moramello WT, Soscia SM. The relationship between subjective knee scores ,kinetic testing and functional testing in the anterior cruciate ligament reconstructed knee. *J Sports Phys Ther* 1994;**4**:61-73.
113. Rubinstein RA, Shelbourne KD, Van Meter CD. Effect on knee stability if full hyperextension is restored immediately after autogenous bone-patellar-bone anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1995;**23**:365-368.
114. Keays SL, Bullock-Saxton J, Newcombe P, Keays C. The relationship between knee strength and functional stability before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *J. Orthop Res.* 2003;**2**:231-237.
115. Sachs RA, Daniel DM, Stone ML, Garfein RF. Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1989;**17**:760-766.
116. Kannus P, Natri A, Paakkala T, Järvinen M. An outcome study of chronic patellofemoral pain syndrome.Seven-Year follow-up of patients in a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 1999;**81-A**:355-363.
117. Paulos LE, Rosenberg TD, Drawbert J. Infrapatellar contracture syndrome: an unrecognized cause of knee stiffness with patella entrapment and patella infera. *Am J Sports Med* 1987;**15**:331-341.
118. Paulos LE, Wnorowski DC, Greenwald AE. Infrapatellar contarcture syndrome : diagnosis, treatment and long-term followup. *Am J Sports Med* 1994;**22**:440-449.
119. Noyes FR, Wojtys EM, Marshall MT. The early diagnosis and treatment of developmental patella infera syndrome. *Clin Orthop* 1991;**265**:241-252.
120. Shelbourne KD, Klootwyk TE, Wilckens JH. Ligament stability two to six years after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft and participation in accelerated rehabilitation program. *Am J Sports Med*

1995;**23**:575- 579.

121. Robineau S, Gallien P, Jan J, Rochcongar P. Explorations isocinétiques et suivi des sportifs après ligamentoplastie de genou : résultats , intérêt. *Ann Readaptation Med Phys* 2000;**43**:437-449.

## **8-ANNEXES**

# **ANNEXES**

# TEGNER

- 10** Sport compétition : niveau N ou IN : foot
- 9** Sport compétition : foot niveau < ,hockey/glacé , gym
- 8** Sport compétition : squash , badminton , athlé (saut) ,ski alpin
- 7** Sport compétition : tennis , athlé(course) , motocross , hand , basket  
Sport loisir : foot , hockey/glacé , squash ,athlé(saut) ,cross-country
- 6** Sport loisir : hand ,basket , tennis , badminton , ski , jogging > 5x/sem
- 5** Sport compétition : cyclisme  
Sport loisir : jogging (2 x/sem , sol irrégulier)  
Travail lourd : bâtiment
- 4** Sport loisir : cyclisme , jogging ( 2x/sem , terrain plat)  
Travail activité moyenne :chauffeur routier ,travail domestique éprouvant...
- 3** Natation compétition ou loisir  
Travail léger , marche en forêt possible
- 2** Travail léger ,marche en forêt impossible
- 1** Travail sédentaire , marche en terrain plat possible
- 0** Handicap professionnel

## LYSHOLM (Total / 100)

<p><b>DOULEUR / 25 :</b></p> <p>25 Aucune 20 Légère/intermittente effort important 15 Efforts importants 10 Efforts modérés 5 Efforts légers 0 Constante</p>	<p><b>INSTABILITE / 25 :</b></p> <p>25 Aucun dérobement 20 Rare ,efforts importants 15 Fréquente,efforts importants 10 Occasionnelle ,vie courante 5 Souvent ,vie courante 0 A chaque pas</p>
<p><b>BLOCAGE /15 :</b></p> <p>15 Jamais 10 Accrochage sans blocage 6 Blocage occasionnel 2 Blocage fréquent 0 Blocage aïgu à l'examen</p>	<p><b>GONFLEMENT /10 :</b></p> <p>10 Jamais 6 Lors exercices intenses 2 Lors vie courante 0 Constant</p>
<p><b>ACCROUISSMENT /5 :</b></p> <p>5 Pas de gêne 4 Léger handicap 2 Pas plus de 90 ° 0 Impossible</p>	<p><b>ESCALIERS /10 :</b></p> <p>10 Pas de gêne 5 Léger handicap 2 Une marche à la fois 0 Impossible</p>
<p><b>BOITERIE /5 :</b></p> <p>5 Aucune 3 Modérée ou occasionnelle 0 Sévère et constante</p>	<p><b>CANNE(S) /5 :</b></p> <p>5 Jamais 2 En permanence 0 Station debout impossible</p>

# ARPEGE

## Douleur / Résistance fatigue

### **Résistance sports :**

- 3 : pas de limitation de durée
- 2 : effet(s) secondaire(s)
- 1 : limitation durée
- 0 : dlr/hydarthrose immédiates

### **Gonflement genou :**

- 3 : jamais
- 2 : occasionnel
- 1 : fréquent
- 0 : permanent

### **Douleur vie quotidienne :**

- 3 : jamais
- 2 : modérée occasionnelle
- 1 : importante, discontinue
- 0 : permanente marche, nocturne

### **Périmètre marche :**

- 3 : illimité
- 2 : limité > 1500 m
- 1 : limité < 1500 m
- 0 : limité domicile

### **Douleur et gêne au relèvement :**

- 3 : aucune
- 2 : aide légère mains
- 1 : aide indispensable
- 0 : impossible

### **Mobilité :**

- 9 : flexion normale
- 3 : flessum > 20°

## Stabilité

### **Stabilité aux sports:**

- 6 : normale
- 5 : appréhension
- 3 : instabilité occasionnelle
- 0 : instabilité fréquente

### **Course et saut :**

- 3 : normale
- 2 : instabilité/changement direction
- 1 : footing possible/sauts impossibles
- 0 : footing impossible

### **Marche :**

- 3 : normale
- 2 : instabilité occasionnelle/terrain irrégulier
- 1 : instabilité constante/terrain irrégulier
- 0 : instabilité /terrain plat

### **Escaliers :**

- 3 : normale
- 2 : instabilité occasionnelle (rampe , symétrique)
- 1 : instabilité constante (rampe , asymétrique)
- 0 : impossible

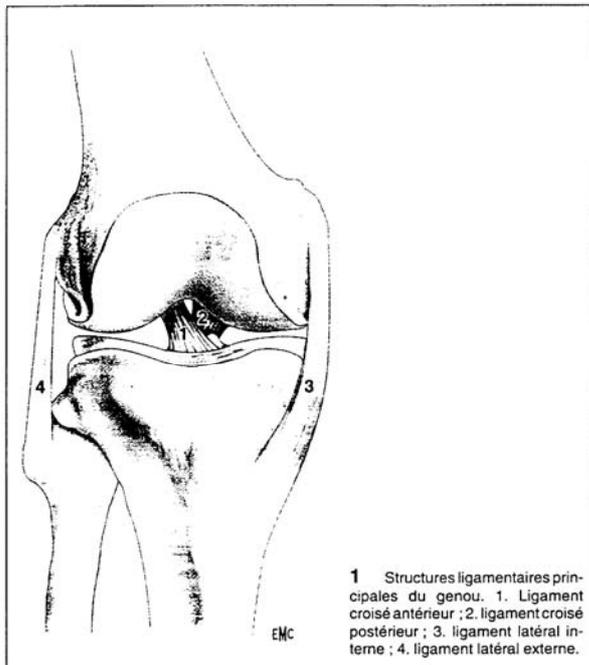
### **Canne(s) :**

- 3 : aucune
- 2 : 1 canne à l'extérieur
- 1 : 1 canne à l'intérieur
- 0 : 2 cannes

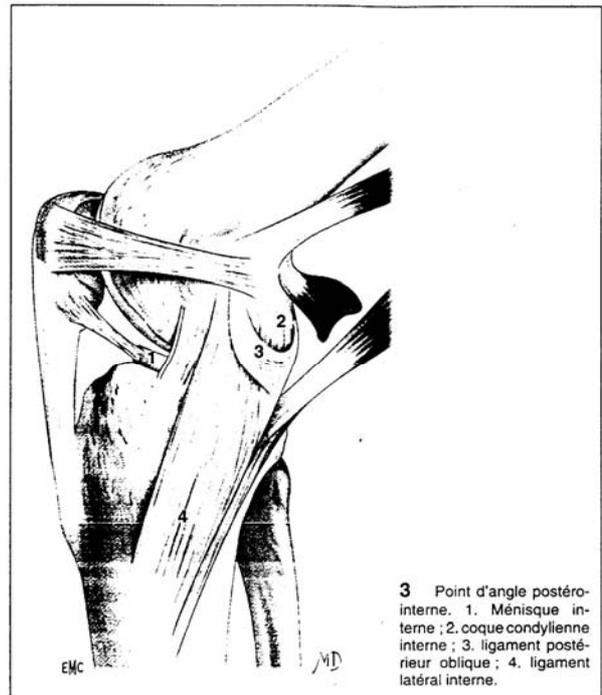
**Total / 42**

## **ARPEGE SUBJECTIF : / 3**

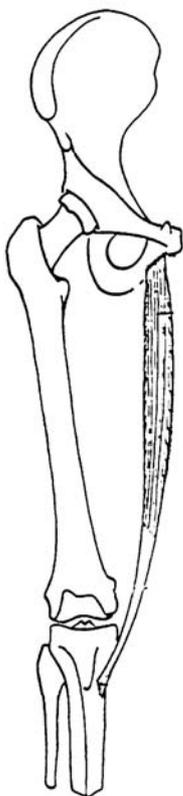
- |                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| <b>0</b> : Très satisfait | <b>2</b> : Déçu      |
| <b>1</b> : Satisfait      | <b>3</b> : Mécontent |



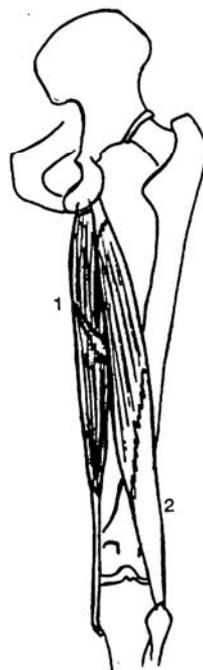
**1** Structures ligamentaires principales du genou. 1. Ligament croisé antérieur ; 2. ligament croisé postérieur ; 3. ligament latéral interne ; 4. ligament latéral externe.



**3** Point d'angle postéro-interne. 1. Ménisque interne ; 2. coque condylienne interne ; 3. ligament postérieur oblique ; 4. ligament latéral interne.



gracile \* (droit interne)



semi-tendineux et long biceps fémoral.



**4** Point d'angle postéro-externe. 1. Ménisque externe ; 2. ligament poplité arqué ; 3. muscle poplité ; 4. ligament latéral externe.



**Hyperextension**

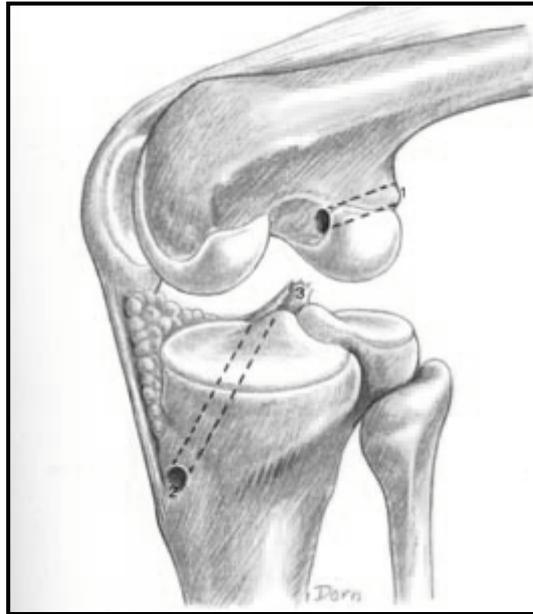


**Flexion-Valgus- Rotation Externe**

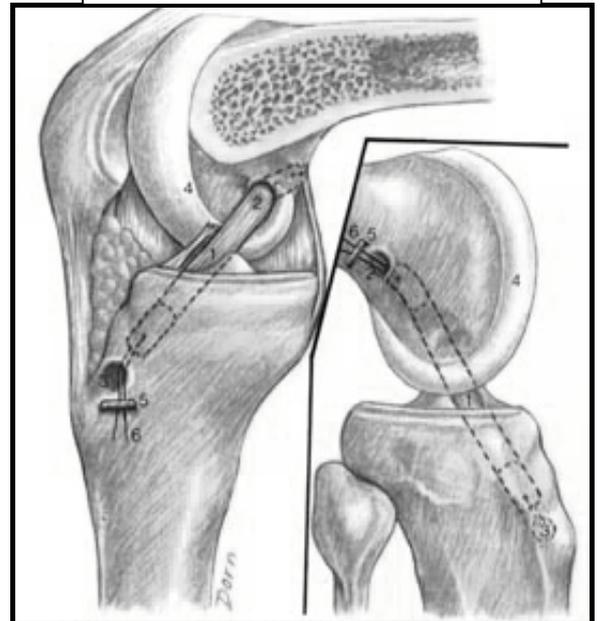


**Flexion-Varus-Rotation Interne**

**ANNEXE 5**



**Trajet des tunnels osseux**

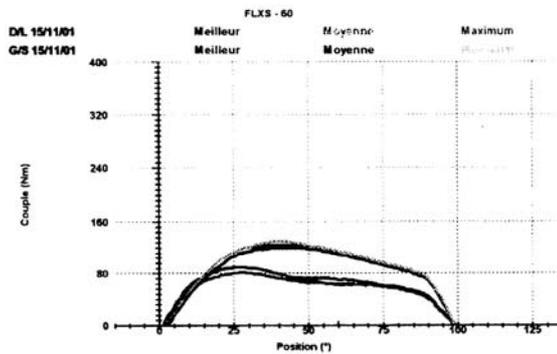
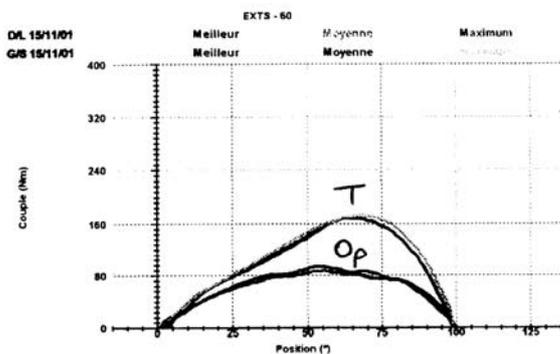




**Dynamomètre isocinétique de type Cybex Norm  
et installation du patient**

Institut :  
 Sujet : V  
 Type de rapport : Isocinétique Court Bilatéral  
 Mode de contract. CONC/CONC  
 Mouvement : 0101 Genou Flexion/Extension CONC/CONC

EVALUATION CYBEX  
 Id du Sujet : 266  
 Date du rapport : 15/11/01  
 Poids du sujet (Kg): 80.00  
 Gravité (Nm) : 14,00



	Droit - Lésé		Gauche - Sain		Déficit	
	15/11/01		15/11/01			
Répétitions	3	5	3	5	3	5

**CONCENTRIQUE FLÉCHISSEURS**

	3	5	3	5		
Pic de couple (Nm)	89	63	130	72	-46%	-14%
Pic de couple % Poids	111.3%	78.8%	162.5%	90.0%		
Travail total (J)	106	81	156	93	-46%	-13%
Travail total % Poids	133.2%	102.5%	195.6%	116.3%		
Puissance moyenne (W)	58.3	49.2	83.9	42.9	-44.5%	-18.9%
Puissance moyenne % Poids	72.6%	132.2%	104.9%	160.4%		
Travail total de la série (J)	301	356	448	419	-48%	-17%

**CONCENTRIQUE EXTENSEURS**

	3	5	3	5		
Pic de couple (Nm)	93	70	173	103	-86%	-47%
Pic de couple % poids	116.3%	87.5%	216.3%	128.8%		
Travail total (J)	106	90	183	122	-72%	-35%
Travail total % Poids	133.6%	113.3%	229.9%	153.6%		
Puissance moyenne (W)	64.6	146.2	110.5	167.2	-71%	-29%
Puissance moyenne % Poids	80.7%	182.8%	138.1%	209.0%		
Travail total de la série (J)	314	423	533	580	-69%	-36%

**CONCENTRIQUE FLÉCHISSEURS / CONCENTRIQUE EXTENSEURS**

	3	5	3	5
Pic de couple (Nm)	95.7%	90.0%	75.1%	69.2%
Travail total	99.7%	90.4%	85.1%	75.7%
Puissance moyenne	89.9%	72.3%	76.0%	76.8%
Travail total de la série	85.8%	84.2%	83.9%	72.2%
Amplitude moyenne ( )	99	97°	98°	96°

Signature \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Version 2.06

COPYRIGHT LUMEX, Inc. 199

@ Courbe du moment de force (Nm) des extenseurs (Schéma de gauche) et des fléchisseurs (Schéma de droite)  
 @ Courbe supérieure = Côté témoin  
 Courbe inférieure = Côté opéré

Nom : TORTELLIER

Prénom : Laëtitia

Titre : Etude descriptive prospective des tests isocinétiques des muscles fléchisseurs et extenseurs de genou et des échelles fonctionnelles à 4, 6, 9 et 12 mois post-opératoires d'une reconstruction du ligament croisé antéro-externe par la technique au DIDT : à propos de 58 cas.

Résumé : Cette étude prospective décrit l'évolution des tests isocinétiques et des échelles fonctionnelles au cours de la première année post-opératoire d'une ligamentoplastie de LCAE par technique au DIDT. Cette étude a inclus 58 patients tous opérés par le même chirurgien et évalués à 4, 6, 9 et 12 mois post-opératoires avec un bon résultat clinique sur la laxité avec seulement deux échecs. Une progression des échelles fonctionnelles et de la force musculaire des fléchisseurs et des extenseurs a été montrée par cette étude au cours du suivi longitudinal. Il persiste à un an post-opératoire un déficit de force des extenseurs de 15,4% à 60°/sec et 12,4% à 180°/sec et des fléchisseurs de 11,6% à 60°/sec et 10,6% à 180°/sec. Malgré une bonne satisfaction de nos patients vis-à-vis de la chirurgie, seulement 64% d'entre eux ont obtenu leur objectif sportif à un an selon l'échelle de Tegner. La technique au DIDT est donc fiable sur une durée de 12 mois avec une bonne satisfaction clinique, fonctionnelle et subjective des patients mais avec une reprise sportive au même niveau qui peut être différée au-delà de 1 an. Les tests isocinétiques réalisés à intervalles réguliers et couplés à l'examen clinique permettent d'adapter la prise en charge rééducative et de surveiller la progression de la force musculaire afin d'envisager avec le patient le délai de reprise sportive notamment en cas de complications douloureuses.

Mots-clefs : ligament croisé antéro-externe - tendon semi-tendineux - tendon gracile - force musculaire - tests isocinétiques - échelles fonctionnelles.