

**VETAGRO SUP
CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON**

Année 2013 - Thèse n° 23

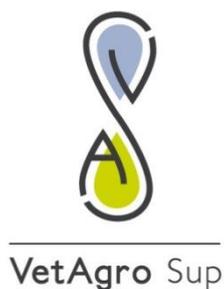
***CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU TRAITEMENT
CHIRURGICAL DE LA RUPTURE DU LIGAMENT CROISÉ
CRÂNIAL CHEZ LE CHIEN :
ÉTUDE DE LA RÉCUPÉRATION DE LA FONCTION
LOCOMOTRICE APRÈS UNE INTERVENTION PAR LA
TECHNIQUE STIF™***

THÈSE

Présentée à l'UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD - LYON I
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 12 Juillet 2013
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Geoffrey PAGÈS
Né le 23 Août 1987
à Créteil (94)



LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Civilité	Nom	Prénom	Unité pédagogique	Grade
M.	ALOGNINOUIWA	Théodore	Pathologie du bétail	Professeur
M.	ALVÈS DE OLIVEIRA	Laurent	Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Pathologie du bétail	Maître de conférences
M.	ARTOIS	Marc	Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	BARTHÉLÉMY	Anthony	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Contractuel
Mme	BECKER	Claire	Pathologie du bétail	Maître de conférences
M.	BELLI	Patrick	Pathologie morphologique animaux de compagnie	Maître de conférences Contractuel
Mme	BELLUCO	Sara	Pathologie morphologique animaux de compagnie	Maître de conférences
Mme	BENAMOU-SMITH	Agnès	Équine	Maître de conférences
M.	BENOIT	Etienne	Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	BERNY	Philippe	Biologie fonctionnelle	Professeur
Mme	BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	Biologie fonctionnelle	Professeur
Mme	BOULOCHER	Caroline	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	BOURDOISEAU	Gilles	Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	BOURGOIN	Gilles	Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	BRUYÈRE	Pierre	Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Maître de conférences Contractuel
M.	BUFF	Samuel	Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Maître de conférences
M.	BURONFOSSE	Thierry	Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
M.	CACHON	Thibaut	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Contractuel
M.	CADORÉ	Jean-Luc	Pathologie médicale des animaux de compagnie	Professeur
Mme	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	CAROZZO	Claude	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	CHABANNE	Luc	Pathologie médicale des animaux de compagnie	Professeur
Mme	CHALVET-MONFRAY	Karine	Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
M.	COMMUN	Loïc	Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Gestion des élevages	Maître de conférences Stagiaire
Mme	DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	DEMONT	Pierre	Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	DESJARDINS-PESSON	Isabelle	Équine	Maître de conférences Contractuel
Mme	DJELOUADJI	Zorée	Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
Mme	ESCRIOU	Catherine	Pathologie médicale des animaux de compagnie	Maître de conférences
M.	FAU	Didier	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
Mme	FOURNEL	Corinne	Pathologie morphologique animaux de compagnie	Professeur
M.	FRANCK	Michel	Gestion des élevages	Professeur
M.	FREYBURGER	Ludovic	Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	FRIKHA	Ridha	Pathologie du bétail	Maître de conférences
M.	GENEVOIS	Jean-Pierre	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
Mme	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	GONTHIER	Alain	Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
Mme	GRAIN	Francoise	Gestion des élevages	Professeur
M.	GRANCHER	Denis	Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	GRÉZEL	Delphine	Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
M.	GUÉRIN	Pierre	Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Professeur
Mme	GUÉRIN - FAUBLÉE	Véronique	Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
Mme	HUGONNARD	Marine	Pathologie médicale des animaux de compagnie	Maître de conférences
M.	JUNOT	Stéphane	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
M.	KECK	Gérard	Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	KODJO	Angeli	Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	LAABERKI	Maria-Halima	Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences Stagiaire
M.	LAHERFETZ	Antoine	Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	LAMBERT	Véronique	Gestion des élevages	Maître de conférences
Mme	LE GRAND	Dominique	Pathologie du bétail	Maître de conférences
Mme	LEBLOND	Agnès	Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
Mme	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Équine	Maître de conférences
M.	LEPAGE	Olivier	Équine	Professeur
Mme	LOUZIER	Vanessa	Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
M.	MARCHAL	Thierry	Pathologie morphologique animaux de compagnie	Professeur
Mme	MIALET	Sylvie	Santé Publique et Vétérinaire	Inspecteur en santé publique vétérinaire
Mme	MICHAUD	Audrey	Gestion des élevages	Maître de conférences Stagiaire
M.	MOUNIER	Luc	Gestion des élevages	Maître de conférences
M.	PÉPIN	Michel	Santé Publique et Vétérinaire	Professeur
M.	PIN	Didier	Pathologie morphologique animaux de compagnie	Maître de conférences
Mme	PONCE	Frédérique	Pathologie médicale des animaux de compagnie	Maître de conférences
Mme	PORTIER	Karine	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
Mme	POUZOT-NEVORET	Céline	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Stagiaire
Mme	PROUILLAC	Caroline	Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
Mme	RÉMY	Denise	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
M.	ROGER	Thierry	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
M.	SABATIER	Philippe	Biologie fonctionnelle	Professeur
M.	SAWAYA	Serge	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences
Mme	SÉGARD	Émilie	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Contractuel
Mme	SERGENTET	Delphine	Santé Publique et Vétérinaire	Maître de conférences
Mme	SONET	Juliette	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Maître de conférences Contractuel
M.	THIÉBAULT	Jean-Jacques	Biologie fonctionnelle	Maître de conférences
M.	VIGUIER	Éric	Anatomie Chirurgie (ACSAI)	Professeur
Mme	VIRIEUX-WATRELOT	Dorothee	Pathologie morphologique animaux de compagnie	Maître de conférences Contractuel
M.	ZENNER	Lionel	Santé Publique et Vétérinaire	Professeur

À Monsieur le Professeur GHARIB

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse. Pour sa gentillesse et sa disponibilité.

Hommages respectueux.

À Monsieur le Professeur FAU

Qui a bien voulu accepter d'encadrer et de corriger notre travail.

Hommages respectueux.

À Monsieur le Professeur VIGUIER

Qui a accepté d'être membre de notre jury de thèse. Pour son aide précieuse à la réalisation de notre étude.

Sincères remerciements.

À mes parents, qui m'ont permis de profiter de la vie en m'offrant tout l'amour possible, qui m'ont toujours soutenu dans mes longues et fastidieuses études et qui se sont impliqués dans mes activités sportives pour me permettre de réaliser mes rêves. Je ne vous remercierai jamais assez !

À ma sœur, Charlène, Poodoo, qui a toujours copié ce que je faisais, et qui finissait souvent par le faire, mais en mieux. Tu aurais pu faire Vétérinaire toi aussi, mais j'ai réussi à t'en dissuader et heureusement, car sinon tu aurais réussi à passer ta thèse avant moi ! Pour tous les bons moments passés ensemble et les rares engueulades. Je suis fier de toi !

À mon papy de Caen, que j'ai toujours admiré et qui m'a appris à rester juste et rigoureux. Merci pour tous les week-ends et vacances passées chez toi, et tous ces beaux souvenirs qui ont forgés mon enfance.

À ma tante Béné, qui a probablement été à l'origine de cette passion qui vient de devenir mon métier. Je te remercie d'avoir été aussi présente pour moi au cours de mes études, pour tous tes conseils, même si je n'en fait bien souvent qu'à ma tête.

À mon oncle Bruno, pour tous les bons moments passés en famille, sa patience lorsque, dès petit j'étais déjà en train de l'embêter. Merci pour tout !

À mes grands-parents et arrières grands-parents, que j'ai eu la chance de connaître, et qui, je le sais, seraient fiers de moi. Merci pour tous ces moments à peindre, monter des circuits électroniques, ou tout simplement profiter de vous.

À Philippe et Sophie, mes vétos préférés qui ont essayé pendant ces années de lycée et de prépa de me décourager de faire ce métier pour lequel on se casse la santé ! Merci de m'avoir accueilli dès le début, d'avoir cru en moi, et de m'avoir soutenu. C'est grâce à vous que j'en suis là et je ne vous remercierai jamais assez !

À Julie, pour qui je ne sais que trop rarement trouver les mots exprimant tout mon amour. Si je n'ai pas redoublé et que j'ai pu passer ma thèse avec toi c'est grâce à toi car tu as toujours été là, en particulier aux moments clés. Que ces quatre ans et demi sont passés vite en ta compagnie ! J'espère que le reste de notre vie ne filera pas aussi vite pour que je puisse profiter de la chance de t'avoir à mes côtés. Nos goûts communs pour la nature, la plongée, la gastronomie (et maintenant les vins et les fromages...) nous ont permis de vivre des moments magiques. Ils seront encore nombreux, car quels que soient mes choix professionnels pour l'avenir, je compte les faire pour pouvoir rester à tes côtés.

Je t'aime.

TABLE DES MATIÈRES

Table des figures	10
Table des tableaux	10
Table des abréviations	11
INTRODUCTION	12
PARTIE I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE	15
I. Rôle du ligament croisé crânial chez le chien	16
A. Anatomie du grasset	16
B. Anatomie et physiologie du LCA	17
1. Anatomie du LCA	17
2. Physiologie du LCA.....	18
a. Environnement	18
b. Vascularisation	18
c. Innervation	19
3. Rôle mécanique	19
a. Soutien crânio-caudal.....	19
b. Soutien angulaire.....	19
c. Soutien dynamique.....	20
C. La rupture du LCA.....	20
1. Étio-pathogénie des lésions.....	20
a. Lésion traumatique	20
b. Lésion pathologique	20
i. Pathogénie de la rupture du LCA	20
ii. Facteurs de prédisposition	21
2. Types de lésions.....	22
a. Rupture partielle	22
b. Rupture totale	22
c. Avulsion	23
3. Conséquences de la rupture.....	23
a. Douleur articulaire.....	23
b. Inflammation articulaire.....	23
c. Laxité articulaire	23
d. Lésions méniscales	23
e. Lésions du ligament croisé postérieur (LCP)	24
f. Arthrose.....	25
D. Diagnostic des lésions du LCA et des lésions associées	26
II. Classification des techniques de stabilisation du grasset.....	30
A. Stabilisation passive et stabilisation active	31
B. Intra-capsulaires et extra-capsulaires	31

III.	État des lieux des techniques utilisées actuellement	31
A.	Techniques de stabilisation passive	31
1.	Intra-articulaires	31
a.	« Over-the-top »	32
b.	Prothèse ligamentaire artificielle	33
2.	Extra-articulaires.....	34
a.	Technique de Flo modifiée	34
b.	Tight Rope®	35
B.	Techniques de stabilisation dynamique.....	35
1.	CTWO et TPLO	35
2.	TTA.....	36
3.	TTO.....	37
4.	MMT ou MMP	38
C.	Remise en question des techniques de stabilisation dynamique	39
1.	Qualité de la stabilisation dynamique après ostéotomie tibiale	39
2.	Évolution des contacts osseux après ostéotomie tibiale	39
	PARTIE II : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE	41
I.	Matériel.....	42
A.	Le ligament artificiel STIF™	42
1.	Composition.....	42
a.	Nature du matériau	42
b.	Traitements chimiques.....	42
2.	Morphologie	42
a.	Morphologie générale	42
b.	Section intra-articulaire.....	43
c.	Section intra-osseuse	43
3.	Résistance	44
4.	Biologie	44
B.	Les vis d'interférence	44
a.	Nature du matériau	44
b.	Morphologie.....	44
C.	Le matériel ancillaire	45
a.	Les broches.....	45
b.	Les tubes guides	45
c.	Les forets	45
d.	Les boucles	46
e.	Les broches hexagonales.....	46
f.	Les tournevis.....	46
D.	Le tapis de marche	46
1.	Description.....	47

a.	Caractéristiques techniques	47
b.	Logiciel FootWork Pro	47
II.	Méthode.....	48
A.	Recrutement des sujets.....	48
1.	Lieux de recrutement et type d'étude	48
2.	Nombre de sujets	49
3.	Critères d'inclusion	49
a.	Âge.....	49
b.	Sexe	49
c.	Poids	49
d.	Race	49
e.	Antécédents.....	49
f.	Affections intercurrentes	49
g.	Membre affecté.....	50
4.	Type de recrutement	50
B.	Prise en charge et chirurgie.....	50
1.	Anamnèse	50
2.	Radiographies préopératoires	50
3.	Protocole anesthésique et monitoring	50
4.	Préparation du site chirurgical	51
5.	Technique chirurgicale	51
a.	Voie d'abord	51
b.	Inspection articulaire.....	51
c.	Forage des tunnels osseux	52
i.	Le tunnel fémoral	52
ii.	Le tunnel tibial.....	53
d.	Positionnement de l'implant STIF™	54
e.	Fixation fémorale.....	55
f.	Vérification de l'isométrie	55
g.	Fixation tibiale	55
6.	Radiographies postopératoires	55
7.	Compte-rendu	56
8.	Postopératoire et consignes de sortie.....	56
C.	Méthode de suivi.....	57
1.	Consultations de suivi.....	57
a.	Déroulement d'une capture	57
b.	Méthode d'analyse des données	58
2.	Suivi par appel téléphonique ou courrier électronique	58
3.	Questionnaire de satisfaction client (cf. Annexe 1)	58
III.	Résultats.....	59
A.	Clinique Vétérinaire La Cardelle	59

1.	Cas n°1	59
2.	Cas n°2	60
3.	Cas n°3	60
4.	Cas n°4	61
5.	Cas n°5	62
6.	Cas n°6	62
7.	Cas n°7	63
8.	Cas n°8	63
9.	Cas n°9	64
10.	Cas n°10	65
11.	Cas n°11	65
12.	Cas n°12	66
B.	École Vétérinaire de Lyon	67
1.	Cas n°13	67
2.	Cas n°14	68
3.	Cas n°15	70
C.	Synthèse des résultats.....	71
1.	Lésions ligamentaires	71
2.	Lésions méniscales.....	71
3.	Résultats cliniques	71
4.	Évaluation des propriétaires.....	72
5.	Analyse de la marche sur tapis	73
6.	Nature des complications	73
IV.	Discussion.....	74
A.	Limites de l'étude	74
1.	Recrutement des sujets	74
2.	Méthode de suivi	74
3.	Instabilité postopératoire	74
B.	Évolution future de l'implant	75
C.	Evolution future de la technique	76
	CONCLUSION.....	77
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	78
	ANNEXE 1	86
	ANNEXE 2	88

Table des figures

Figure 1 - Schéma anatomique du grasset chez le chien (vue latérale)	16
Figure 2 - Vue peropératoire de LCA normal de chien	17
Figure 3 - Schéma anatomique en coupe sagittale du grasset du chien	17
Figure 4 - Schéma anatomique des insertions osseuses tibiales du LCA chez le chien..	18
Figure 5 - Schéma fonctionnel de l'avancée tibiale lors de rupture du LCA	19
Figure 6 - Vue radiographique de tibia présentant une pente tibiale importante	21
Figure 7 - Vue arthroscopique d'une rupture partielle du LCA	22
Figure 8 - Vue peropératoire d'une rupture totale du LCA	22
Figure 9 - Vue arthroscopique d'une lésion méniscale de type anse de sceau.....	24
Figure 10 - Schéma anatomique des différentes lésions méniscales.....	24
Figure 11 - Radiographie d'un grasset présentant une arthrose prononcée	25
Figure 12 - Vue arthroscopique d'une lésion arthrosique.....	25
Figure 13 - Principe de réalisation du tiroir direct.....	26
Figure 14 - Principe de réalisation du tiroir indirect.....	27
Figure 15 - Radiographie de grasset présentant un tiroir radiographique.....	28
Figure 16 - Rupture totale du LCA à l'examen d'arthrographie tomодensitométrique.	29
Figure 17 - Image échographique d'une rupture partielle du LCA.....	29
Figure 18 - Image échographique d'une rupture totale du LCA.....	30
Figure 19 - Schéma descriptif de la technique « over-the-top »	32
Figure 20 - Schéma descriptif de la technique de Flo modifiée	34
Figure 21 - Schéma descriptif de la technique Tight Rope®	35
Figure 22 - Principe biomécanique proposé par Slocum.....	36
Figure 23 - Principe biomécanique proposé par Tepic	37
Figure 24 - Schéma descriptif de la technique TTO	37
Figure 25 - Vues radiographiques de la technique de Maquet Modifiée.....	38
Figure 26 - Photographie d'un ligament STIF™	43
Figure 27 - Photographie de vis d'interférence	45
Figure 28 - Photographie d'un foret canulé	45
Figure 29 - Photographie des tournevis	46
Figure 30 - Photographie du tapis de marche FootWork Pro.....	47
Figure 31 - Interface FootWork Pro lors du relevé des données.....	48
Figure 32 – Positionnement de la broche fémorale	52
Figure 33 – Vue peropératoire du placement final de la broche fémorale.....	52
Figure 34 – Vue peropératoire du forage du tunnel fémoral.....	53
Figure 35 – Vue peropératoire du placement final de la broche tibiale	53
Figure 36 – Vue peropératoire du positionnement de l'implant STIF™	54
Figure 37 – Vue peropératoire du positionnement final de l'implant STIF™	54
Figure 38 - Radiographies postopératoires	56
Figure 39 - Photographie de la salle d'analyse de la marche	57
Figure 40 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°13	68
Figure 41 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°14	69
Figure 42 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°15	70

Table des tableaux

Tableau 1 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°13	67
Tableau 2 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°14	69
Tableau 3 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°15	70

Table des abréviations

AINS	: Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens
AMM	: Autorisation de Mise sur le Marché
AVP	: Accident de la Voie Publique
BCM	: Bande Crânio-Médiale
BCL	: Bande Caudo-Latérale
CTWO	: Cranial Tibial Wedge Osteotomy
CWO	: Cranial Wedge Osteotomy
FDA	: Food and Drug Administration
IRM(N)	: Imagerie par Résonance Magnétique (Nucléaire)
ITF	: Institut du Textile Français
IV	: IntraVeineuse
LARS™	: Ligament Augmentation and Reinforcement System™
LCA	: Ligament Croisé Antérieur
LCC	: Ligament Croisé Crânial
LCP	: Ligament Croisé Postérieur
MMP	: Modified Maquet Procedure
MMT	: Modified Maquet Technique
PET	: Polyéthylène Téréphtalate
PolyNaSS	: Polystyrène Sulfonate de Sodium
SERCOVAM™	: Société d'Études et de Recherches sur le Comportement et le Vieillissement Accéléré des Matériaux
STIF™	: Soft Tissue Internal Fixation™
TPLO	: Tibial Plate Leveling Osteotomy
TTA	: Tibial Tuberosity Advancement
TTO	: Tibial Triple Osteotomy
VTT	: Vélo Tout Terrain

INTRODUCTION

La rupture du ligament croisé antérieur (LCA) ou ligament croisé crânial (LCC) du grasset constitue une part majeure de l'orthopédie vétérinaire (3^{ème} motif de consultation). L'instabilité fonctionnelle et l'arthrose engendrées par cette affection expliquent la nécessité d'une intervention chirurgicale. De ce fait, cette affection correspond à un marché financier important, représentant jusqu'à 3% des demandes de remboursement auprès des assurances entre 2000 et 2002 (Egenvall, Hedhammar et al., 1999), et estimé à plus de 1,3 milliard de dollars aux États-Unis d'Amérique en 2003 (Wilke, Robinson et al., 2005).

Le nombre de techniques de stabilisation de la rupture (partielle ou totale) du LCA démontre à la fois l'intérêt porté à sa réparation, et sa complexité.

En effet, depuis les premières techniques élaborées (Paatsama, 1952) jusqu'aux plus récentes, de nombreuses méthodes s'affrontent pour palier au mieux cette affection. Le paradigme de *Evidence Based Medicine* permettait de conclure en 2005 que « aucune intervention chirurgicale ne possède assez de données pour affirmer qu'elle puisse systématiquement permettre le retour des chiens à une fonction normale, après une affection du LCA » (Aragon and Budsberg, 2005).

La cause du défaut de nombreuses techniques de stabilisation réside dans leur approche biomécanique exclusive du grasset (Cook, 2010). En effet, la physiologie particulière de cette articulation empêche souvent la restauration de sa pleine fonction, ainsi que l'absence de douleur. De ce fait, il semblerait que la totalité des paramètres entrant en jeu lors de la mobilisation physiologique de l'articulation ne soit pas encore découverte (Bottcher, Rey et al., 2013).

La restauration de cette physiologie était le défi lancé par les prothèses ligamentaires intra-capsulaires. Cependant, les défauts technologiques de ces prothèses artificielles ont entraîné de nombreuses complications (rupture précoce, synovite majeure...). Une perte de confiance de la part des chirurgiens s'en est alors suivie, que ce soit en médecine humaine ou vétérinaire, certains allant même jusqu'à proposer que les prothèses artificielles permettaient essentiellement d'obtenir « un bon modèle d'arthrose dégénérative iatrogène pour le genou humain » (Klein and Jensen, 1992).

Par la suite, des prothèses de seconde génération ont été développées en médecine humaine. Leurs particularités étaient d'être constituées d'un matériau biocompatible. Cependant des ruptures précoces ont été enregistrées. Pour enrayer ce phénomène, une troisième génération de ligaments a vu le jour. Celle-ci présente aussi une biocompatibilité, mais y associe une structure tridimensionnelle spécifique, permettant de mieux s'adapter aux conditions biomécaniques du milieu pour tenter de réduire au maximum l'usure interne entraînant les ruptures.

Actuellement, le ligament LARS™, un implant de 3^{ème} génération, permet en médecine humaine de rétablir la fonction du LCA rompu, tout en ayant de très bons résultats à court terme et à long terme (Laboureau, 1997; Machotka, Scarborough *et al.*, 2010; Newman, Atkinson *et al.*, 2013). D'autre part, la reprise d'appui et la rééducation fonctionnelle sont souvent plus rapides qu'avec des techniques traditionnelles (autogreffe de *fascia lata...*), ce qui en fait une technique de choix chez les sportifs de haut niveau (LARS™, 2012). Ce sont principalement ces caractéristiques qui ont motivé notre intérêt pour cette technique.

De plus, étant donné les difficultés rencontrées par les propriétaires pour réaliser une rééducation fonctionnelle progressive et optimale chez le chien, la possibilité d'opter pour une technique permettant d'écourter la période de rééducation est un réel atout.

Notre exposé s'articule en deux parties. Dans une première partie, nous ferons un rappel concernant l'anatomie, la physiologie et les affections du ligament croisé antérieur du chien, puis nous aborderons les grandes classes de techniques de stabilisation possibles, ainsi que les interventions les plus utilisées actuellement lors de cette affection.

Dans une seconde partie, nous expliquerons le principe et les atouts de la technique STIF™, ainsi que les résultats obtenus en post-opératoire à court et moyen terme lors de notre étude.

PARTIE I :
ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Rôle du ligament croisé crânial chez le chien

A. Anatomie du grasset

L'articulation du grasset (Figure 1) est une diarthrose, ce qui signifie qu'elle est composée de 4 systèmes :

- Support : La capsule articulaire, les ligaments, les os, les ménisques, des muscles.
- Glissement : Les cartilages articulaires, le liquide synovial.
- Trophique : Une vascularisation propre.
- Moteur : Des muscles et une innervation associée.

Elle permet une grande amplitude de mouvement, de 30° en flexion maximale, à 165° en extension complète, soit une amplitude maximale de 135°.

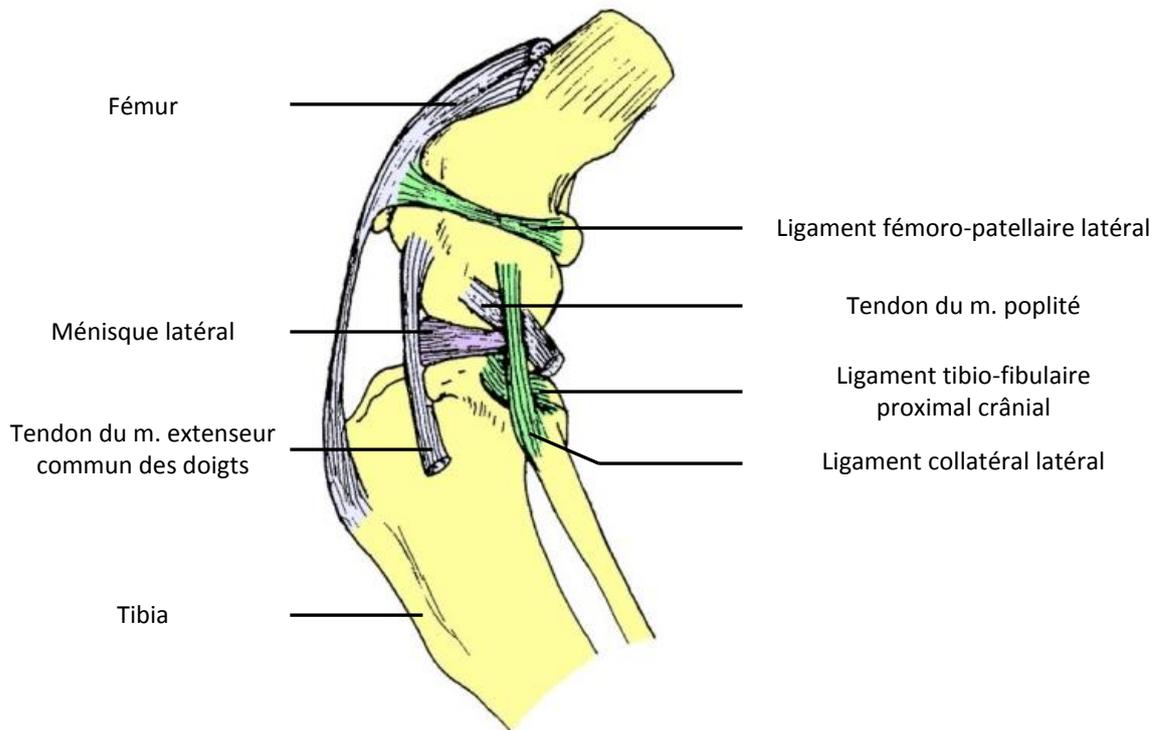


Figure 1 - Schéma anatomique du grasset chez le chien (vue latérale)
(d'après Chatelain, 1991)

Le grasset est par ailleurs une articulation complexe, constitué principalement de l'articulation fémoro-tibiale, et de l'articulation fémoro-patellaire. Plusieurs segments osseux sont alors mis en jeu : le fémur, le tibia, la fibula, la patella, ainsi que les sésamoïdes (médial, latéral et éventuellement poplité lorsqu'il est présent) (Chatelain, 1991).

B. Anatomie et physiologie du LCA

1. Anatomie du LCA

Le LCA est principalement composé de fibres linéaires de collagène de type I permettant sa rigidité et de quelques fibroblastes, le tout entouré d'une matrice extracellulaire et isolé du milieu intra-articulaire par une membrane synoviale (de Rooster, de Bruin et al., 2006) (Figure 2). Les fibres du ligament sont agencées en 2 structures visibles macroscopiquement, 2 bandes qui s'enroulent l'une autour de l'autre (en rotation externe de 90°) et sont peu séparables (Figure 3) :

- Une bande crânio-médiale (BCM).
- Une bande caudo-latérale (BCL).

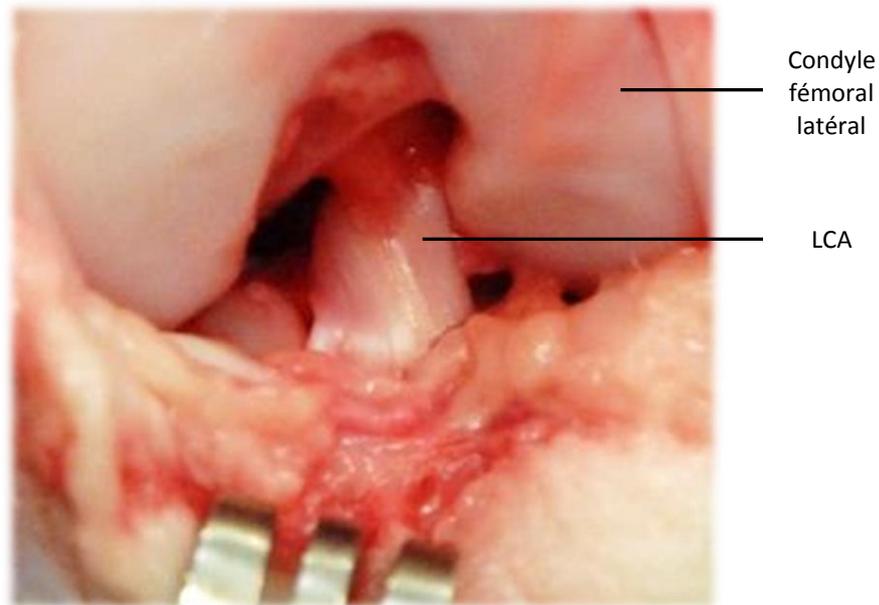


Figure 2 - Vue peropératoire de LCA normal de chien
(Service de Chirurgie de Vetagro Sup)

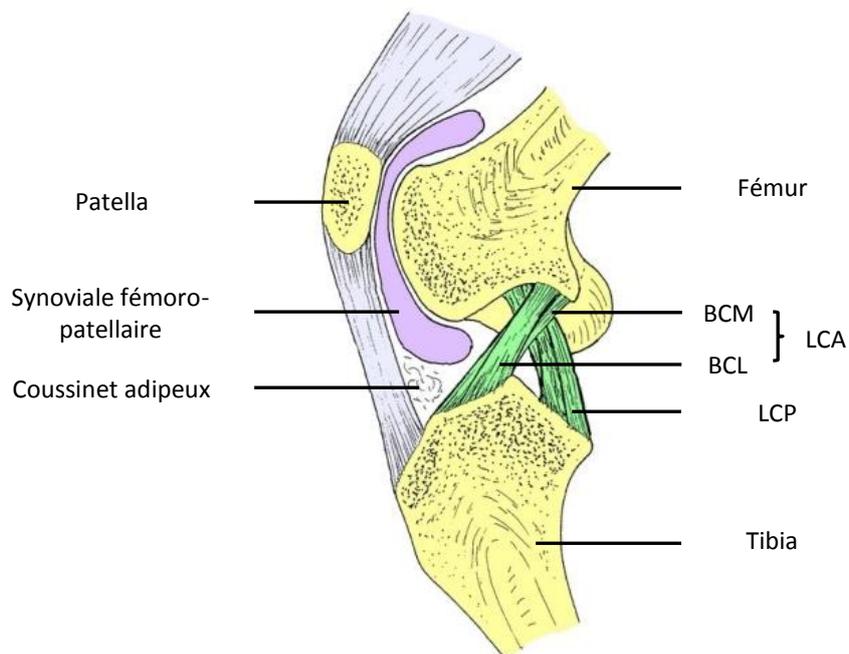


Figure 3 - Schéma anatomique en coupe sagittale du grasset du chien
(d'après Chatelain, 1991)

Les insertions osseuses du LCA sont composées d'une zone de transition à l'intérieur de laquelle la structure du ligament se minéralise progressivement (passage d'une structure fibrocartilagineuse à une structure cartilagineuse minéralisée). D'un point de vue mécanique finaliste, cela permet une meilleure répartition des forces appliquées sur l'insertion du ligament et évite la présence d'une zone de faiblesse.

Le LCA possède une insertion fémorale (proximale) et une insertion tibiale (distale). L'insertion fémorale est située sur la face médiale du condyle latéral, dans le tiers caudal. L'insertion tibiale est située sur l'aire inter-condyloire, en partie crâniale (Figure 4).

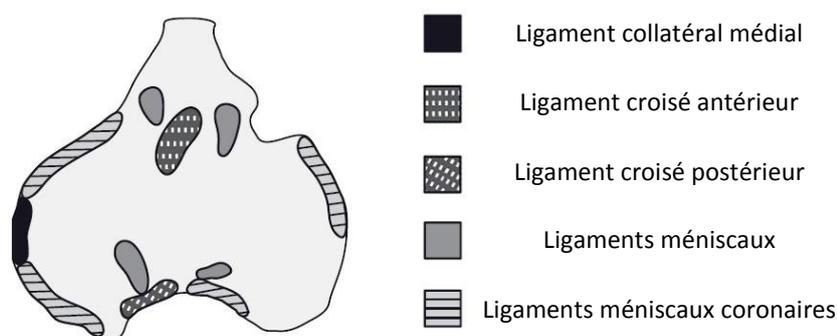


Figure 4 - Schéma anatomique des insertions osseuses tibiales du LCA chez le chien
(d'après Muir, 2010)

2. Physiologie du LCA

a. Environnement

Le LCA est un ligament particulier de par son environnement. En effet, bien qu'il soit en milieu extra-articulaire *sensu stricto* (il est recouvert d'une gaine l'isolant du liquide synovial), sa moindre lésion permettra au liquide synovial d'interagir avec le ligament lésé. De ce fait :

- Le milieu modifiera la physiologie du ligament.
- Le ligament modifiera la physiologie du milieu.

Dans un cas comme dans l'autre, cette interaction sera néfaste. Le milieu contribuera à léser d'autant plus le ligament, pendant que ce dernier stimulera l'inflammation articulaire.

b. Vascularisation

Le LCA est un tissu hypo vascularisé, avec peu de vaisseaux sanguins dans sa partie proximale, et encore moins dans ses parties centrale et distale (Hayashi, Bhandal et al., 2011). La membrane synoviale qui l'entoure est composée de nombreux capillaires, mais peu d'entre eux pénètrent en profondeur dans le ligament. Ils sont cependant fenestrés, ce qui leur procure un caractère nourricier et pallie l'absence de vaisseaux lymphatiques (Kobayashi, Baba et al., 2006). De ce fait, la vascularisation du LCA n'est principalement réalisée qu'à son extrémité proximale et sa périphérie par les capillaires des tissus conjonctifs voisins (dont le coussinet adipeux et la membrane synoviale qui entoure le LCA).

c. Innervation

La notion d'innervation du LCA est actuellement toujours discutée. Des études prouvent l'existence chez le chien de mécanorécepteurs dans le LCA, en particulier dans son tiers proximal (Arcand, Rhalmi et al., 2000). Cependant, l'importance de la proprioception en découlant reste à démontrer, bien qu'elle semble être présente, en particulier lors de la mise en appui du LCA (Miyatsu, Atsuta et al., 1993).

3. Rôle mécanique

a. Soutien crânio-caudal

La localisation des insertions du LCA (caudale sur le fémur et crâniale sur le tibia), ainsi que la tension permanente de la bande crânio-médiale permettent le soutien du grasset dans le plan crânio-caudal, évitant ainsi l'avancement tibial (Figure 5), ou plus précisément le recul du fémur (Bottcher, Rey et al., 2013). Cette localisation permet aussi de limiter l'hyper-extension.

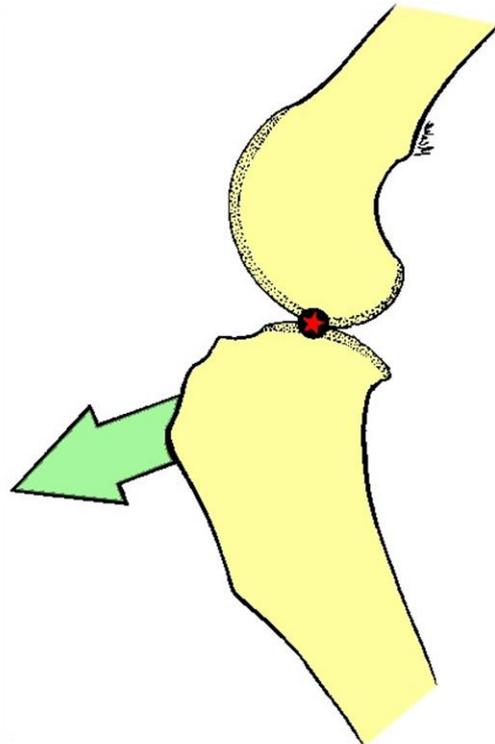


Figure 5 - Schéma fonctionnel de l'avancée tibiale lors de rupture du LCA
(d'après Moore and Read, 1996)

b. Soutien angulaire

Comme précédemment, la localisation des insertions du LCA (latérale sur le fémur et médiale sur le tibia) contribue à limiter le *varus*, le *valgus*, et la rotation interne du grasset lors de sa flexion, durant laquelle le ligament collatéral latéral se détend.

Cependant, les principaux acteurs de ce soutien en rotation ainsi qu'en *varus* et *valgus* sont les ligaments collatéraux. On comprend alors qu'une atteinte de ceux-ci augmente les contraintes sur le LCA, et peut être un facteur favorisant la rupture.

c. Soutien dynamique

Comme nous l'avons vu précédemment, le LCA est composé de 2 bandes distinctes. Ces bandes se comportent de manière asynchrone selon l'angulation du grasset. De ce fait, lors de la flexion, le soutien sera assuré par la bande crânio-médiale, alors que les 2 bandes seront sous tension lors de l'extension.

C. La rupture du LCA

1. Étio-pathogénie des lésions

a. Lésion traumatique

La rupture traumatique est liée à un effort brusque et intense, augmentant les forces de tension du LCA jusqu'à son point de rupture. Ces efforts sont en général un départ de course, une réception au sol (après un saut ou une chute), un trauma direct (AVP, collision avec un sanglier...).

On estime à 20% le nombre de ruptures du LCA dont la pathogénie est liée à un traumatisme (Moore and Read, 1996).

b. Lésion pathologique

Chez le chien, au contraire de l'homme, la principale cause de rupture du LCA est une dégénérescence pathologique structurale. De ce fait, un patient présentant une rupture du LCA aura de grandes chances de présenter la même affection sur son membre controlatéral, environ 50% de chances dans les 5 mois et demi suivant la première rupture pour un Labrador par exemple (Buote, Fusco et al., 2009). Une seconde étude, indépendamment de la race du chien, montre une incidence de 38,7% de rupture bilatérale, la seconde rupture ayant lieu en moyenne dans les 58 semaines suivantes (Grierson, Asher et al., 2011).

i. Pathogénie de la rupture du LCA

La pathogénie amenant à la rupture du LCA est toujours discutée. Elle semble cependant multifactorielle, comprenant des causes biologiques et des causes biomécaniques. Parmi les causes biologiques incriminées, on peut citer l'inflammation, associée ou non à des processus immuns (IL-8...) (Doom, de Bruin et al., 2008), le mauvais renouvellement de la matrice extracellulaire, l'apoptose des cellules ligamentaires (Kraye, Rytz et al., 2008). Parmi les causes biomécaniques, une instabilité articulaire, un dysfonctionnement musculaire, un défaut d'alignement (*genu varum*), des surfaces de contact articulaires modifiées sont mis en cause (Duerr, Duncan et al., 2007; Cook, 2010).

En outre, il semblerait que certains facteurs biologiques comme les médiateurs de l'apoptose n'aient pas le même effet sur les cellules du LCA et sur celles du LCP, le LCA y étant plus sensible (Forterre, Zurbriggen et al., 2011). Cela montre à quel point la pathogénie est particulière dans le cas du LCA.

ii. Facteurs de prédisposition

Les facteurs de prédisposition connus sont :

- La génétique : Certaines races comme le Labrador, le Rottweiler et le Golden Retriever semblent prédisposées. Une hérédité a même été prouvée chez certaines lignées de Terre-Neuve (Wilke, Conzemius et al., 2006), et dans une cohorte de Boxers (Nielen, Knol et al., 2003). De plus, l'incidence d'une affection bilatérale varie elle aussi suivant les races (Guthrie, Keeley et al., 2012). Les grandes races semblent plus touchées d'une manière générale, mais cette affection est présente chez tous les types de chiens.
- La morphologie du membre : Les déformations du grasset modifient les contraintes sur les différentes structures. Suivant la déformation, une sensibilisation chronique du LCA peut entraîner un processus dégénératif. Parmi celles-ci, retenons l'augmentation significative de la pente tibiale (Figure 6), le rétrécissement de la fosse inter-condyloire, un *varus*, un *valgus* (Mostafa, Griffon et al., 2009), ou encore une luxation médiale de la patella chez les chiens de petites races (Moore and Read, 1996). Aussi, la conformation du membre peut avoir un effet semblable, par exemple dans le cas d'un jarret droit (le Sharpeï et le Chow-Chow étant prédisposés) en entraînant une ouverture des angles articulaires.

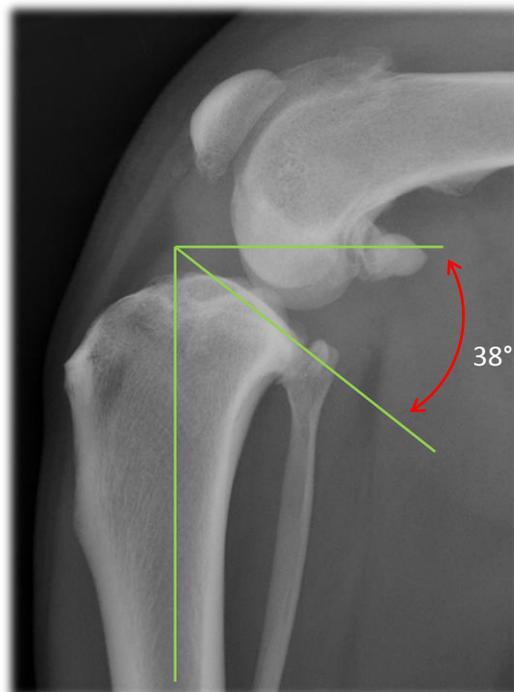


Figure 6 - Vue radiographique de tibia présentant une pente tibiale importante
(Service d'imagerie de Vetagro Sup)

- L'environnement : Des facteurs comme l'âge (chiens âgés) et l'état d'embonpoint (obésité) influencent le processus dégénératif. Cependant, contrairement à l'espèce humaine, le sexe ne semble pas être un facteur de risque. La stérilisation ne semble pas elle non plus influencer l'incidence de l'affection, mais les chiens non stérilisés sont atteints plus précocement (Guthrie, Keeley et al., 2012). Cependant, les études se contredisent à ce sujet (Comerford, Smith et al., 2011).

- Les maladies intercurrentes : Certaines affections peuvent être incriminées, comme la maladie de Cushing, de par l'effet protéolytique des corticoïdes.

Finalement, il faut se souvenir que le LCA est un ligament possédant de mauvaises qualités de régénération, ce qui contribue à sa pathogénie dès lors qu'une lésion est présente.

2. Types de lésions

a. Rupture partielle

Les ruptures partielles du LCA (Figure 7) peuvent être de plusieurs types. Elles peuvent intéresser une partie d'une bande (en général la crânio-médiale) ou alors sa totalité. Elles suffisent à induire des signes cliniques, sont suspectées de constamment évoluer vers la rupture totale, et sont par conséquent, elles aussi, traitées chirurgicalement (Scavelli, Schrader et al., 1990).

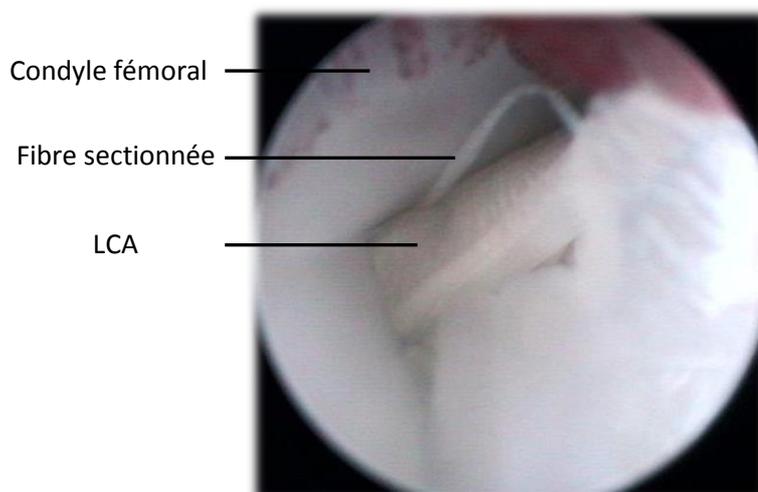


Figure 7 - Vue arthroscopique d'une rupture partielle du LCA
(Service de Chirurgie de Vetagro Sup)

b. Rupture totale

La rupture totale du LCA (Figure 8) se présente par une séparation complète des bandes crânio-médiale et caudo-latérale. Les signes cliniques sont en général plus marqués que lors d'une rupture partielle.

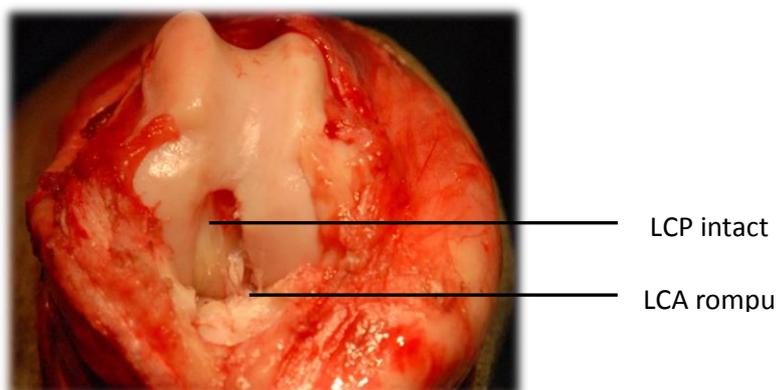


Figure 8 - Vue peropératoire d'une rupture totale du LCA
(Service de Chirurgie de Vetagro Sup)

c. Avulsion

L'avulsion ligamentaire est présente chez le jeune chien, alors même que la croissance n'est pas terminée. Cette affection se caractérise non pas par une rupture ligamentaire, mais par un arrachement en dessous de son insertion fémorale ou tibiale. Un fragment osseux est donc présent dans l'articulation (et peut être visible à la radiographie). Les options thérapeutiques sont une réduction de la fracture si l'about osseux est de taille suffisante, ou restent les mêmes que dans le cas d'une rupture classique du LCA.

3. Conséquences de la rupture

a. Douleur articulaire

La première conséquence d'une rupture du LCA est la douleur.

Dans le cas d'un trauma (associé ou non à un phénomène dégénératif), le chien présente souvent une douleur d'apparition suraiguë. Celle-ci s'exprime en général par des vocalises, un refus de se déplacer ou une boiterie majeure. Cette phase peut cependant passer inaperçue et l'affection ne sera diagnostiquée que plus tardivement lorsque d'autres lésions se seront surajoutées.

b. Inflammation articulaire

Quelques jours après la rupture, une inflammation à la fois intra-articulaire et péri-articulaire se développe. Celle-ci est décelable par une déformation médiale de l'articulation à la palpation, ou par radiographie (inflammation des tissus mous environnants).

c. Laxité articulaire

En l'absence d'intégrité complète du LCA, son rôle de contention au sein du grasset est altéré. La laxité qui en découle sera particulièrement présente lors de la phase d'appui, où la compression entraînera le recul du fémur par rapport au tibia. En flexion, la rotation interne du tibia sera exagérée.

Cette laxité peut être évidente ou discrète, selon le degré de rupture du LCA. La modification de la répartition des forces au sein de l'articulation pourra alors entraîner d'autres lésions.

d. Lésions méniscales

Lors d'une rupture du LCA, une lésion méniscale (Figure 9) peut être présente dans 40% à 70% des cas (Pozzi, 2012). Il s'agit principalement de lésions du ménisque médial, et plus particulièrement de sa corne caudale, qui est peu mobilisable et n'accompagne pas le fémur dans son instabilité.

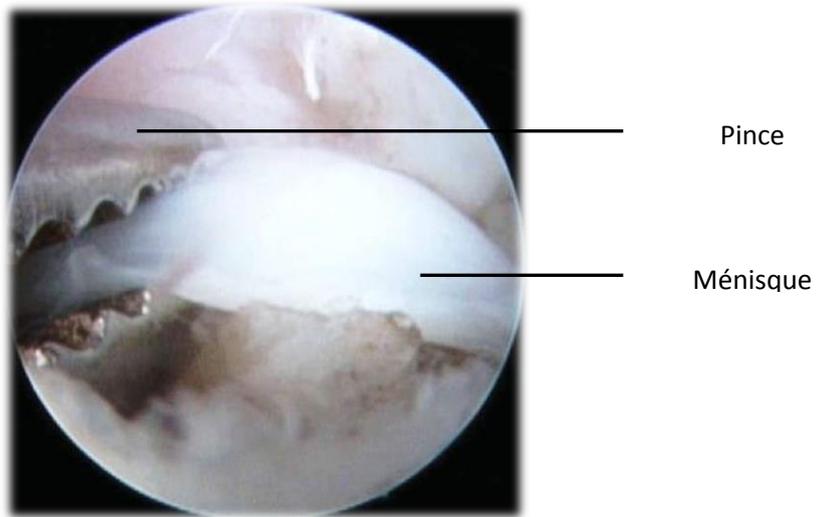


Figure 9 - Vue arthroscopique d'une lésion méniscale de type anse de seau
(d'après Muir, 2010)

Plusieurs types de lésions sont possibles (Figure 10), et nécessiteront une prise en charge spécifique (Muir, 2010).

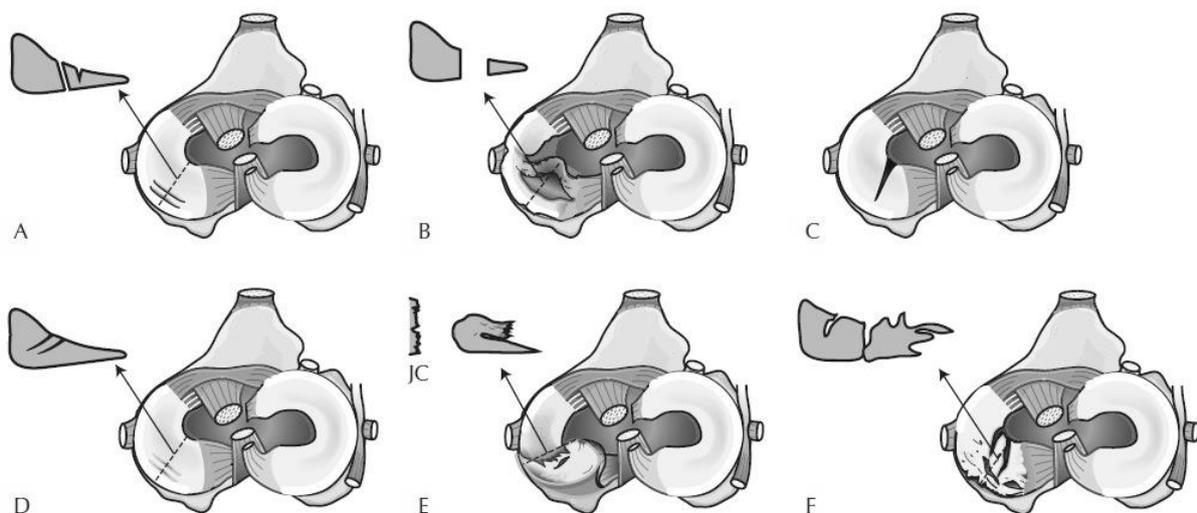


Figure 10 - Schéma anatomique des différentes lésions méniscales

Lésions longitudinales (A), en anse de seau (B), radiale (C), horizontale (D), caudale périphérique (E), et complexe (F). Copyright © Samantha J. Elmhurst, www.livingart.org.uk.
(d'après Muir, 2010)

e. Lésions du ligament croisé postérieur (LCP)

Bien que le LCA soit le plus prédisposé à céder, le LCP est lui aussi enclin à présenter des lésions. Ces lésions semblent très fréquentes lorsque que le LCA présente une rupture totale : dans 88% des cas, des lésions d'effilochage superficielles sont présentes, alors que dans 25% des cas elles intéressent la totalité de l'épaisseur du ligament. Dans tous les cas, les lésions observées n'entraînaient pas d'instabilité caudale du grasset à la manipulation (Sumner, Markel et al., 2010).

f. Arthrose

L'arthrose est un processus dégénératif qui se développe très précocement lors de lésions du LCA. En effet, elle peut être présente à partir de 2 semaines après une rupture expérimentale (Baird, Hathcock et al., 1998). Elle sera donc quasi-omniprésente chez le chien chez qui la rupture est le plus souvent pathologique. Cela fait de la section chirurgicale du LCA un excellent modèle expérimental d'arthrose chez le chien. Elle se présente sous forme d'altération des cartilages articulaires et de l'apparition d'ostéophytes. Ces lésions peuvent être visibles à l'examen radiographique (Figure 11), ainsi qu'à l'exploration articulaire peropératoire (Figure 12).



Figure 11 - Radiographie d'un grasset présentant une arthrose prononcée
(Service d'imagerie de Vetagro Sup)

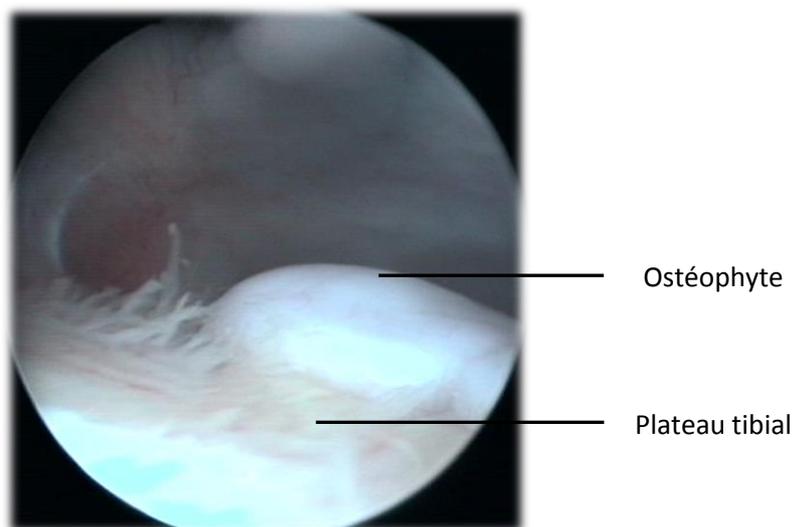


Figure 12 - Vue arthroscopique d'une lésion arthrosique
(Service de Chirurgie de Vetagro Sup)

Sa formation implique des métallo-protéinases matricielles sécrétées par les moignons de LCA (Breshears, Cook et al., 2010), ce qui encourage alors souvent les chirurgiens à les réséquer.

D. Diagnostic des lésions du LCA et des lésions associées

La laxité articulaire caractérisée par l'avancée crâniale du tibia est l'un des principaux signes permettant le diagnostic d'une rupture du LCA (qu'elle soit partielle ou totale). C'est un signe indirect de lésion du LCA.

Cependant, sa mise en évidence peut s'avérer douloureuse pour l'animal, entraînant entre autres une contraction musculaire de sa part. Il convient donc de sédater le chien (obtention d'une myorelaxation), lorsque la musculature empêche une bonne manipulation du patient.

Les techniques permettant de mettre en évidence cette laxité sont :

- Le signe du tiroir direct (Figure 13) : Le manipulateur place une main sur le tibia (main gauche pour le membre gauche, pouce sur la tête de la fibula, index sur la tubérosité tibiale), une main côté fémur (main droite pour le membre gauche, pouce sur le sésamoïde latéral, index sur le condyle latéral distalement à la patella), et mobilise l'articulation en essayant de produire une avancée du tibia.

La laxité peut différer suivant l'angulation du grasset. En effet, une rupture partielle intéressant la bande crânio-latérale entraînera un signe du tiroir direct positif seulement en flexion (compensation par la bande caudo-latérale en extension), ou être totalement absente (Scavelli, Schrader et al., 1990; Carobbi and Ness, 2009).

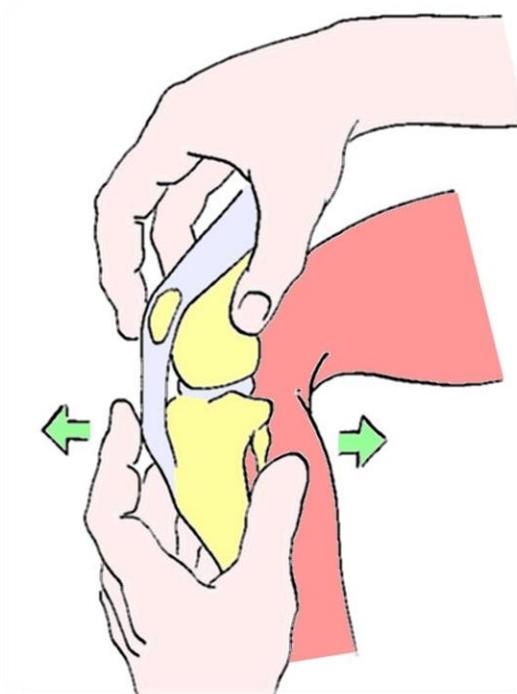


Figure 13 - Principe de réalisation du tiroir direct
(d'après Vasseur, 2003)

- Le signe du tiroir indirect (Figure 14) : Le manipulateur place une main sur le fémur (main droite pour le membre gauche), index parallèle à la trochlée fémorale, l'extrémité du doigt touchant la tubérosité tibiale, et tient le tarse de l'autre main, avec laquelle il fléchit le jarret sans modifier l'angulation du grasset. L'avancée crâniale du tibia signe alors une rupture du LCA.

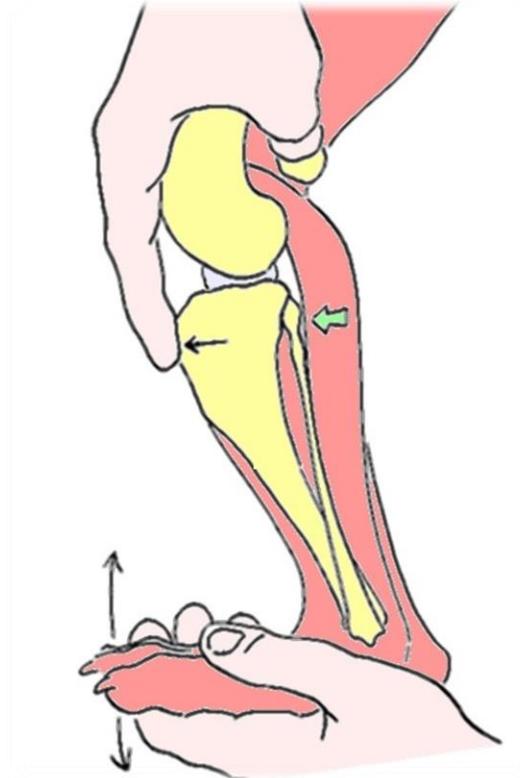


Figure 14 - Principe de réalisation du tiroir indirect
(d'après Vasseur, 2003)

Ces deux tests doivent aussi être pratiqués sur le membre controlatéral, permettant ainsi la comparaison avec un grasset *a priori* sain.

- Le signe du tiroir radiographique (Figure 15) : Le grasset et le jarret étant angulés à 90°, un cliché radiographique de profil est réalisé et ici aussi l'avancée crâniale du tibia sera pathognomonique d'une rupture du LCA. Cet examen a une excellente sensibilité et spécificité : 100% (Carobbi and Ness, 2009). Lors de cet examen, des signes indirects comme une distension de la capsule articulaire ou la présence d'ostéophytes signant une arthrose du grasset peuvent aider au diagnostic (Vasseur, 2003).



Figure 15 - Radiographie de grasset présentant un tiroir radiographique
(Service d'imagerie de Vetagro Sup)

D'autre part, la rupture du LCA peut être mise en évidence de manière directe par des techniques d'imagerie :

- **Arthroscopie** : Elle est actuellement le « gold standard » pour mettre en évidence les lésions internes du grasset, que ce soit celles du LCA (déchirure (Figure 7), rupture (Figure 8)), celles des ménisques (Figure 9), ou encore la présence d'ostéophytes (Figure 12) signant un processus arthrosique (Pozzi, Hildreth et al., 2008). De plus, son utilisation permet de réduire la morbidité postopératoire lorsque la technique chirurgicale associée est elle aussi peu invasive (Ertelt and Fehr, 2009).
- **Arthrographie tomodensitométrique** (Figure 16) : Bien que la visualisation du LCA ne soit pas optimale lors d'examen tomodensitométrique classique, l'injection de produit de contraste dans le milieu intra-articulaire permet une très bonne visualisation de celui-ci. En particulier, cet examen présente un intérêt dans le diagnostic de déchirures partielles, où le diagnostic est douteux (Han, Cheon et al., 2008). Cependant, son intérêt pour évaluer les lésions méniscales semble limité dans le cas d'un appareil à capteur simple (Samii, Dyce et al., 2009).

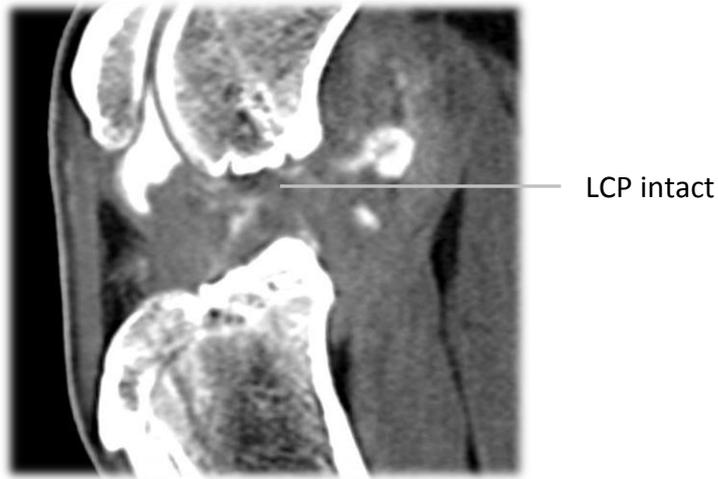


Figure 16 - Rupture totale du LCA à l'examen d'arthrographie tomodensitométrie
(Centre d'Imagerie Azurvet)

- **IRM** : L'examen par IRM possède une très bonne sensibilité (100%) et une bonne spécificité (94%) concernant le diagnostic des lésions méniscales (Blond, Thrall et al., 2008), bien que son coût et sa durée d'acquisition soient plus élevés, et que sa disponibilité soit moindre.
- **Echographie** (Figure 17, Figure 18) : Les études semblent montrer que l'examen échographique n'est généralement pas idéal pour diagnostiquer les lésions du LCA (technicité de l'examen qui est très opérateur-dépendant), avec une sensibilité proche de 20% seulement (Gnudi and Bertoni, 2001). Celui-ci peut cependant s'avérer utile pour diagnostiquer de manière non invasive des lésions méniscales associées, bien que sa sensibilité, de 82% soit elle aussi opérateur-dépendante (Arnault, Cauvin et al., 2009). Cet examen reste néanmoins une alternative intéressante et non invasive.

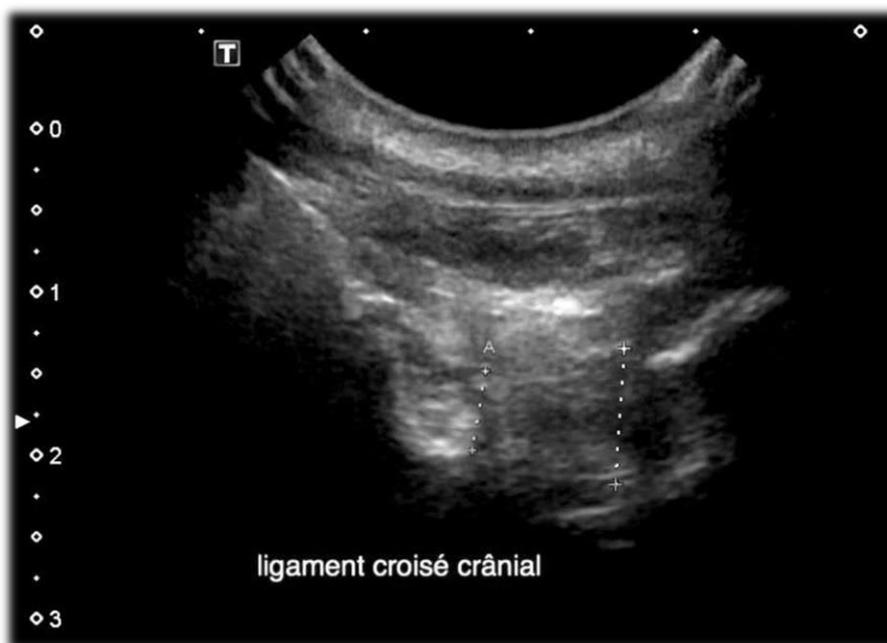


Figure 17 - Image échographique d'une rupture partielle du LCA
(Centre d'imagerie Azurvet)



Figure 18 - Image échographique d'une rupture totale du LCA
(Centre d'imagerie Azurvet)

Aussi, par la simple mobilisation en flexion/extension du grasset, les lésions méniscales peuvent être mises en évidence par un claquement.

II. Classification des techniques de stabilisation du grasset

Le traitement médical des ruptures du LCA donne en général de très mauvais résultats. Celui-ci consiste en une administration d'anti-inflammatoires non stéroïdiens, un repos strict et un contrôle du poids.

Bien que ce traitement puisse dans certains cas améliorer le confort du chien, par exemple chez les chiens de petit format (<15 kg) où il peut être satisfaisant dans 80% des cas (Vasseur, 2003), il est à éviter dans la majorité des cas pour plusieurs raisons :

- L'amélioration n'est que transitoire.
- L'instabilité du grasset reste présente.
- Le processus arthrosique est accéléré.

Cependant, le traitement médical trouve un intérêt lorsque la chirurgie de stabilisation du grasset ne peut être effectuée le jour même (manque de temps pour opérer, nécessité de référer l'animal ou à la demande des propriétaires...), cette intervention n'étant pas une urgence. Idéalement, le chien doit être opéré dans les plus brefs délais, jusqu'à une quinzaine de jours.

D'autre part, l'administration postopératoire de chondroprotecteurs ou d'acide tiludronique (Pelletier, Troncy et al., 2011) peut être indication pour permettre de limiter les symptômes ainsi que l'évolution de l'arthrose, bien que l'acide tiludronique n'ait pas d'AMM pour l'espèce canine en France.

Nous n'aborderons pas l'option chirurgicale de prothèse totale du grasset (Total Knee Replacement en anglais), car cette technique n'est pas envisagée en première intention et est réservée à des cas bien précis (où la rupture du LCA n'est pas la seule affection présente).

A. Stabilisation passive et stabilisation active

Les techniques de stabilisation passive reposent sur un système de contention du grasset. Comme nous le verrons par la suite, ce système peut être intra-articulaire (et reprend la conformation du ligament rompu), ou extra-articulaire.

Cette stabilisation est présente quelle que soit la position du grasset, et de ce fait, est sollicitée en permanence.

Les techniques de stabilisation active (propres au chien et au chat) ont été développées à travers une vision biomécanique du grasset. En effet, leur but n'est pas de recréer l'action du LCA, mais plutôt de proposer un mécanisme permettant de rendre son rôle superflu. Le résultat permet de stabiliser le grasset uniquement lorsque ce dernier est sollicité mécaniquement (lors de la phase d'appui du membre). Par conséquent, l'articulation est biomécaniquement stable à cet instant.

B. Intra-capsulaires et extra-capsulaires

Les techniques intra-capsulaires ont exclusivement pour but de recréer l'action du ligament rompu, et sont par conséquent des techniques de stabilisation passive.

Les techniques extra-capsulaires peuvent proposer un système de contention du grasset, recréant grossièrement l'action du LCA (principalement sa contention crânio-caudale du grasset). La stabilisation est alors passive.

Elles peuvent aussi proposer une stabilisation indirecte du grasset, en modifiant la conformation de ce dernier, par la réalisation d'ostéotomies (Kim, Pozzi et al., 2008). La stabilisation est alors dynamique.

III. État des lieux des techniques utilisées actuellement

A. Techniques de stabilisation passive

1. Intra-articulaires

Les techniques de stabilisation intra-capsulaires sont actuellement les plus utilisées en médecine humaine. Cependant, les particularités anatomiques du grasset du chien font que cette stabilisation n'est souvent que temporaire, les risques de rupture de prothèse (principalement) étant élevés.

a. « Over-the-top »

Parmi les techniques utilisant des prothèses biologiques, les techniques d'autogreffe et plus particulièrement la technique dite « Over-the-top » (Arnoczky, Travin et al., 1979) était toujours pratiquée par les spécialistes dans 8% à 23% des cas aux États-Unis d'Amérique en 1999 (Leighton, 1999).

Pour sa réalisation, le greffon est composé du tiers médial ou latéral du tendon patellaire (dont une portion d'os patellaire), et d'une bande de *fascia lata*. L'insertion distale conservée, le greffon est guidé à travers l'articulation et suturé au-dessus du condyle latéral au périoste, au fascia et au ligament collatéral latéral (Figure 19) (Johnson and Dunning, 2005).

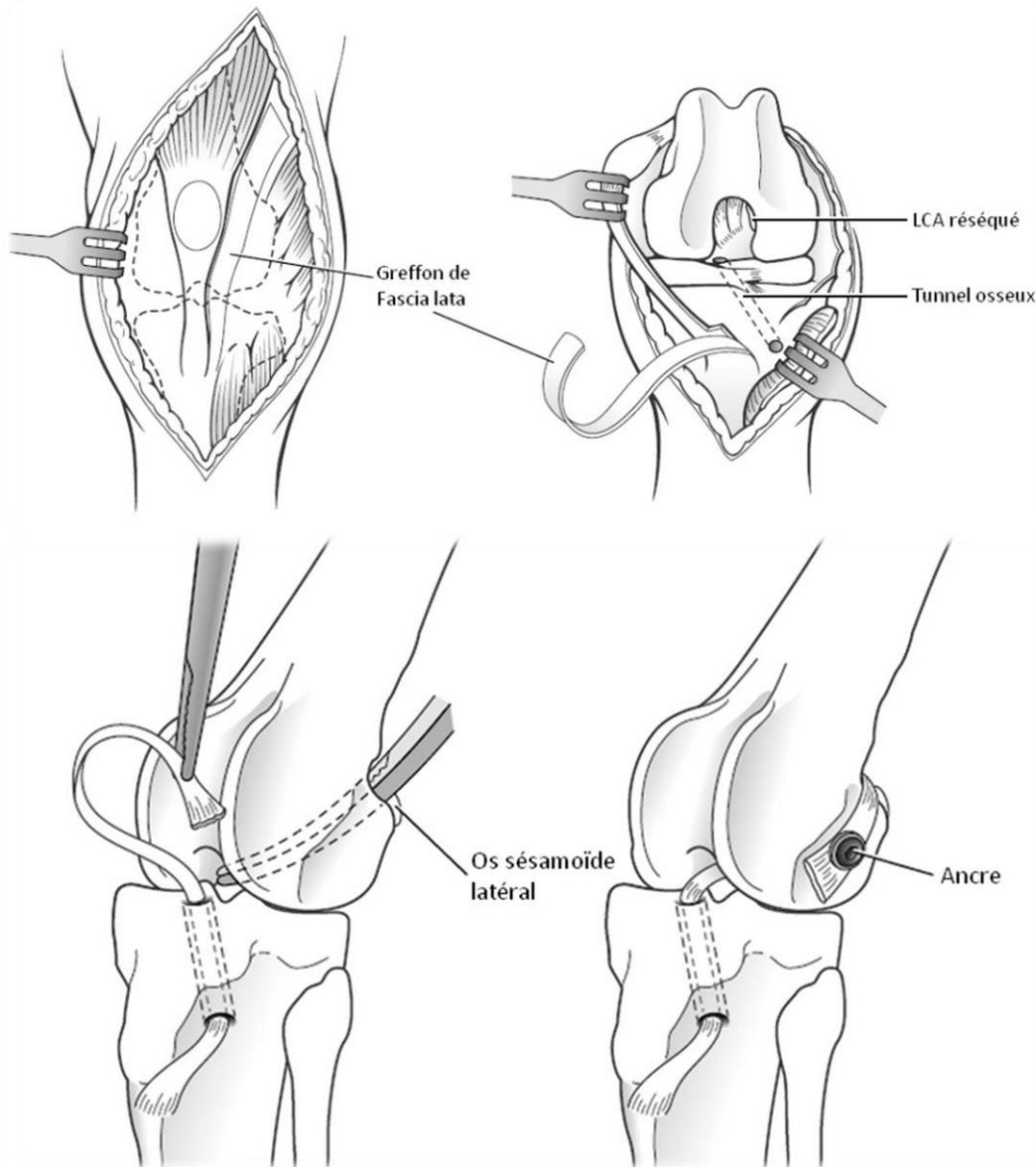


Figure 19 - Schéma descriptif de la technique « over-the-top »
(d'après Johnson and Dunning, 2005)

Les principaux inconvénients de cette technique résident dans l'évolution postérieure du greffon. En effet, celui-ci va nécroser puis être remodelé par le milieu, entraînant une perte de résistance durant la convalescence. À l'issue de cette période d'environ 26 semaines, la résistance obtenue ne sera de plus que de l'ordre de 26% de la résistance du LCA physiologique (Dupuis and Harari, 1993).

b. Prothèse ligamentaire artificielle

Bien que la technique de pose reste semblable, impliquant ici 2 tunnels osseux pour placer la prothèse artificielle, de nombreux types de substituts ont été proposés.

Les premières prothèses intra-capsulaires pouvaient être de simples fils de Nylon (Johnson 1961), ou bien posséder des structures plus élaborées, en Téflon, fibres de carbone (Jenkins, Forster et al., 1977), Polyéthylène téréphtalate (dont le Dacron® en 1989)... Leur avantage était de permettre une stabilisation immédiate du grasset, permettant d'accélérer considérablement la rééducation, et limitant la morbidité associée au prélèvement du greffon dans le cas d'une autogreffe. La plupart ont été des adaptations de prothèses utilisées en médecine humaine, elles-mêmes dérivées de leur destination initiale (implants pour ligaments collatéraux, acromio-claviculaire...). Nombre de ces matériaux étaient donc validés par la FDA, pour des utilisations tierces.

Cependant, des effets secondaires majeurs conduisant à leur abandon, voire à leur interdiction de commercialisation, ont été observés :

- Des ruptures précoces : En particulier dans le cas des prothèses en fibres de carbone, il s'est avéré que les prothèses présentaient de bonnes caractéristiques pour résister aux forces de tension, mais qu'elles étaient sensibles aux forces de flexion et aux forces de torsion présentes dans le grasset.
- Un manque de biocompatibilité : Qui entraînait généralement une synovite, liée aux molécules phlogogènes libérées par les microlésions des implants, ou leur rupture précoce (Lesić, Durdević et al., 1995; Vasseur, Griffey et al., 1996). Cette réaction tissulaire néfaste inhibe la cicatrisation, encourage la progression de l'arthrose et peut nécessiter le retrait du matériel. Dans le pire des cas, une dissémination des microparticules peut avoir lieu. Celles-ci peuvent alors être retrouvées dans le foie ou les nœuds lymphatiques, pouvant alors entraîner une affection disséminée (Legnani, Ventura et al., 2010).

Pour contrer ces effets, il est soit possible d'utiliser un matériau biocompatible, soit de rendre un matériau biocompatible, tout en lui associant une structure permettant de limiter les frottements. Une seconde piste possible consiste à stimuler la recolonisation interne du ligament artificiel, pour isoler les fibres les unes des autres, permettant ainsi de réduire les frottements internes et donc l'usure (Legnani, Ventura et al., 2010).

Les prothèses actuelles peuvent être classées en différentes générations :

- 1^{ère} génération : Les prothèses ont pour point commun de ne pas être biocompatibles, et de présenter une usure conséquente parfois même à court terme.
- 2^{ème} génération : La biocompatibilité a été améliorée, mais l'usure reste présente.
- 3^{ème} génération : L'adaptation de la structure permet de réduire l'usure.

Les réflexions autour de ces prothèses ont donc mené à l'élaboration des caractéristiques de ce que serait la prothèse idéale (Manley, 2010), qui devrait :

- Protéger mécaniquement la repousse ligamentaire jusqu'à ce que son intégrité structurelle soit atteinte (Murray, Spindler et al., 2007).
- Agir comme une protection permettant la différenciation tissulaire du ligament.

2. Extra-articulaires

a. Technique de Flo modifiée

Historiquement, c'est une technique de stabilisation extra-capsulaire mettant en place une prothèse (mono filament en Nylon), fixée en avant de la crête tibiale sous le tendon patellaire et passant en écharpe derrière l'os séamoïde latéral (DeAngelis and Lau, 1970).

Depuis, plusieurs modifications ont été apportées. Flo a amélioré la fixation tibiale en proposant de conduire la prothèse à travers un tunnel osseux (Flo, 1975). Puis, la technique s'est vue octroyer une seconde modification, qui consiste en une fixation du matériel prothétique à l'aide d'un manchon de sertissage (Figure 20). Cela réduit le point de faiblesse et de rupture que représentait le nœud dans la technique originelle, et permet l'implantation d'une prothèse de plus gros diamètre (Anderson, Tomlinson et al., 1998; Vianna and Roe, 2006). Enfin, l'isométrie des points d'insertion a été améliorée, réduisant l'incidence des ruptures (Roe, Kue et al., 2008; Fischer, Cherres et al., 2010). Cependant, aucune localisation spécifique des attaches n'a à l'heure actuelle prouvé de réels meilleurs résultats (Tonks, Lewis et al., 2011).

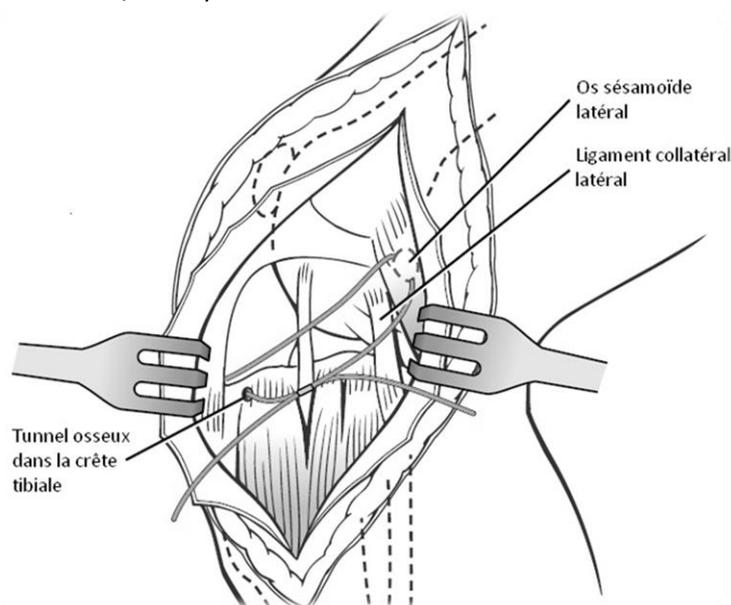


Figure 20 - Schéma descriptif de la technique de Flo modifiée
(d'après Johnson and Dunning, 2005)

L'inconvénient principal de cette technique réside dans la qualité de pose de l'implant, qui peut présenter un glissement au niveau du manchon de sertissage dans 8% des cas (McCartney, O'Connor et al., 2007), ou qui est voué à se rompre à moyen ou long terme.

Le but de la technique est alors de permettre une stabilisation articulaire, le temps qu'une fibrose suffisante des tissus se mette en place. L'objectif n'est donc pas de retrouver la physiologie initiale de l'articulation.

b. Tight Rope®

La technique du Tight Rope® (Cook, Luther et al., 2010) consiste à réaliser 2 tunnels osseux extra-articulaires permettant la mise en place d'une prothèse spécifique en polyester, latéralement à l'articulation (Figure 21) et stabilisée par un système de boutons.



Figure 21 - Schéma descriptif de la technique Tight Rope®
(d'après Arthrex Vet Systems™)

Les premiers résultats sont prometteurs, mais restent comparables aux autres techniques utilisées actuellement avec des résultats satisfaisants dans 93% des cas (Cook, Luther et al., 2010; Christopher, Beetem et al., 2013). Cependant, tout comme la technique de Flo modifiée, le caractère peu invasif de la technique rend possible une ré-intervention en cas de complication majeure, ne condamnant alors pas le membre.

B. Techniques de stabilisation dynamique

L'intérêt majeur des stabilisations dynamiques réside dans leur possibilité de traiter des anomalies structurelles du grasset, en association avec des corrections lors de l'ostéotomie. De plus, la résistance initiale et non altérable des montages (sauf complication) permet une rééducation plus rapide que lors d'utilisations de techniques comme l'autogreffe ou les stabilisations extra-articulaires.

1. CTWO et TPLO

Slocum a présenté en 1984 un modèle biomécanique du grasset qui modélise la force de réaction du sol comme étant parallèle à l'axe fonctionnel du tibia. Il divise celle-ci en 2 composantes : la force de compression (perpendiculaire au plateau tibial) et la poussée crâniale (empêchée par le LCA). Lorsque celui-ci se rompt, le fémur glisse sur la pente tibiale.

Le principe mécanique proposé par Slocum pour pallier cette instabilité est de réduire la pente du plateau tibial, ce qui peut être réalisé par une CTWO ou une TPLO (Slocum and Devine, 1984) (Figure 22). Cette stabilisation n'est donc présente que lors de l'appui, mais est suffisante pour retrouver une fonction correcte.

Dans le cas de la CTWO, une ostéotomie en coin est réalisée en partie diaphysaire proximale du tibia, et la totalité de la tête tibiale est basculée crânialement.

Dans le cas de la TPLO, une ostéotomie en cloche est réalisée pour permettre la rotation du plateau tibial sans intéresser la crête tibiale. L'about osseux est stabilisé par une plaque spécifique (Slocum and Slocum, 1993).

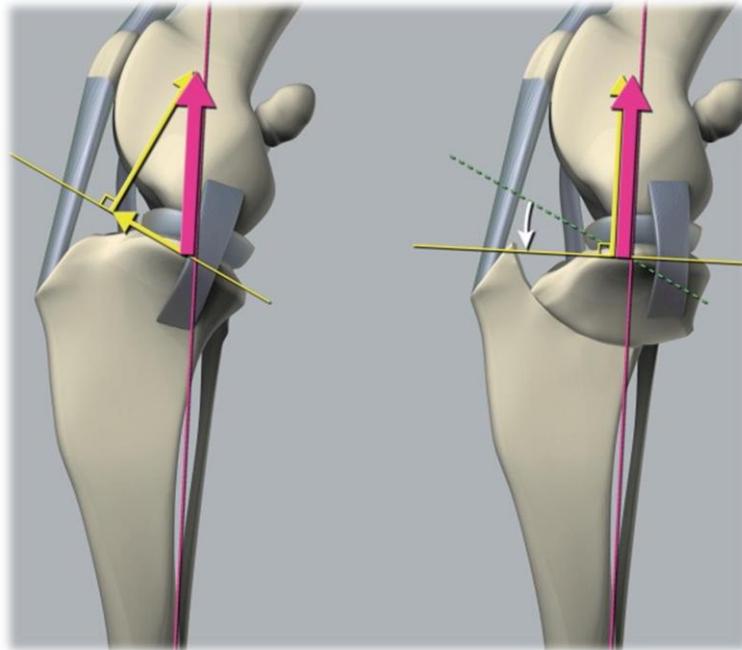


Figure 22 - Principe biomécanique proposé par Slocum
(d'après Kim, Pozzi et al., 2008)

La récupération postopératoire de la fonction de la marche semble plus rapide et de meilleure qualité comparée à une intervention de type Flo modifiée, avec une différence notable dès 8 semaines après la chirurgie (Nelson, Krotscheck et al., 2013). Cependant, le retour à une utilisation qualifiée de « normale » du membre opéré n'est présent que dans 10,9% des cas à 6 mois (Conzemius, Evans et al., 2005).

Selon les études, 10% à 34% de complications sont observées lors de la réalisation de cette technique, dont 2% à 4% nécessitant une ré-intervention (Bergh and Peirone, 2012). Selon une autre étude, 7,4% des interventions ont nécessité un retrait du matériel d'ostéosynthèse pour cause infectieuse, Les germes en cause étant majoritairement des Staphylocoques (Gallagher and Mertens, 2012).

2. TTA

En 2002, un autre modèle biomécanique du grasset a été proposé, dans lequel la force de réaction du sol est parallèle au ligament patellaire (Figure 23). L'objectif réside alors en l'obtention d'un angle patellaire (angle entre le ligament patellaire et le plateau tibial) de 90° (Tepic, Damur et al., 2002), ce qui rend là encore le rôle du LCA superflu.

Pour cela, une ostéotomie frontale de la crête tibiale est réalisée, et stabilisée par du matériel d'ostéosynthèse spécifique (Montavon, Damur et al., 2002).

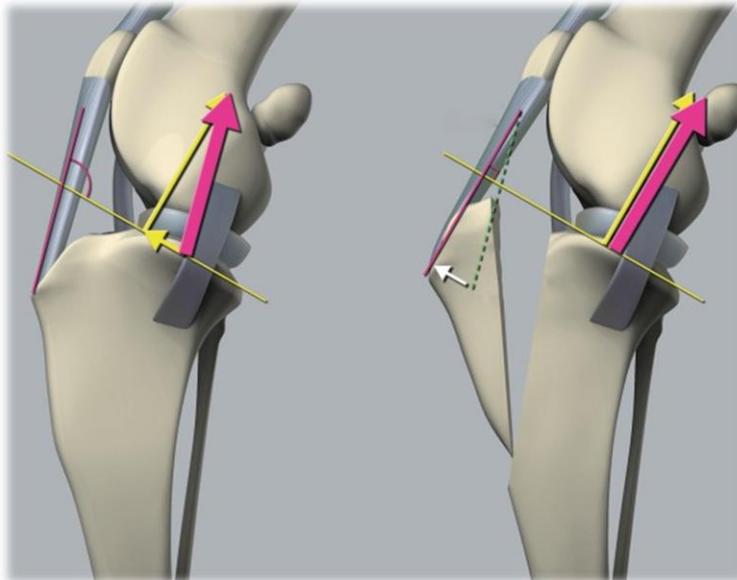


Figure 23 - Principe biomécanique proposé par Tepic
(d'après Kim, Pozzi et al., 2008)

Les études concernant les interventions par TTA font souvent état d'une reprise d'appui plus rapide en postopératoire comparée aux autres techniques, bien que cela ne soit pas quantifié statistiquement. Dans une étude regroupant 40 chiens, 95% des clients se disent satisfaits par les résultats à long terme (Boudrieau, 2005).

3. TTO

Le principe de la TTO réside en un compromis entre les 2 modèles précédents, les ostéotomies permettent la modification de l'angle du plateau tibial (ostéotomie en coin), ainsi que l'avancement de la crête tibiale (ostéotomie verticale et flexion de la crête tibiale), le tout stabilisé par du matériel d'ostéosynthèse (Bruce, Rose et al., 2007) (Figure 24).

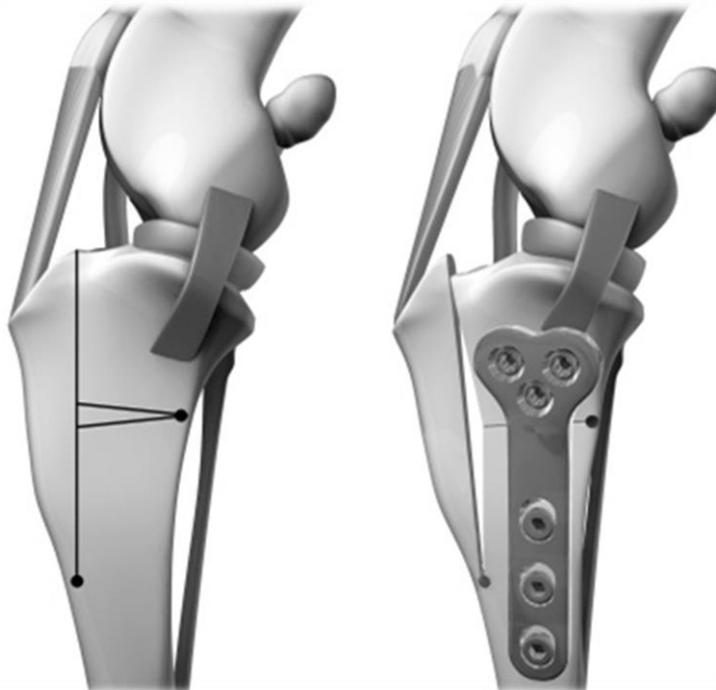


Figure 24 - Schéma descriptif de la technique TTO
(d'après Kim, Pozzi et al., 2008)

Les premiers résultats publiés ont fait état de résultats comparables à la TPLO et la TTA, avec une incidence particulière de fractures de la crête tibiale dans environ 10% des cas, nécessitant une reprise chirurgicale dans la moitié de ceux-ci (Moles, Hill et al., 2009). De plus, les fractures peropératoires de cette même crête tibiale semblent très fréquentes, nécessitant une adaptation du montage d'ostéosynthèse, associée à une augmentation de la durée de l'intervention (Bruce, Rose *et al.*, 2007).

4. MMT ou MMP

Plus récemment encore, la technique dite de Maquet modifiée a été décrite chez le chien. Cette technique chirurgicale est biomécaniquement semblable à la TTA, mais se passe du matériel de stabilisation spécifique pour maintenir la crête tibiale. Pour cela, la section réalisée intéresse une partie plus caudale de la crête tibiale. De ce fait, la partie distale de la section n'atteint pas la corticale. Cela permet de maintenir la stabilisation distale de l'about osseux.

Plusieurs alternatives sont alors possibles :

- L'about osseux peut être stabilisé avec une cage à TTA seule ou associée à un cerclage distal, en cas de doute sur la stabilité du montage (Etchepareborde, Brunel et al., 2011) (Figure 25a).
- Un implant poreux en titane peut être mis en place dans l'espace créé, ce qui permet alors d'éviter de réaliser une greffe osseuse. Cet implant est stabilisé par une broche de Kirschner et un cerclage ou une agrafe en partie distale (Figure 25b) (OrthoMed™, 2013).

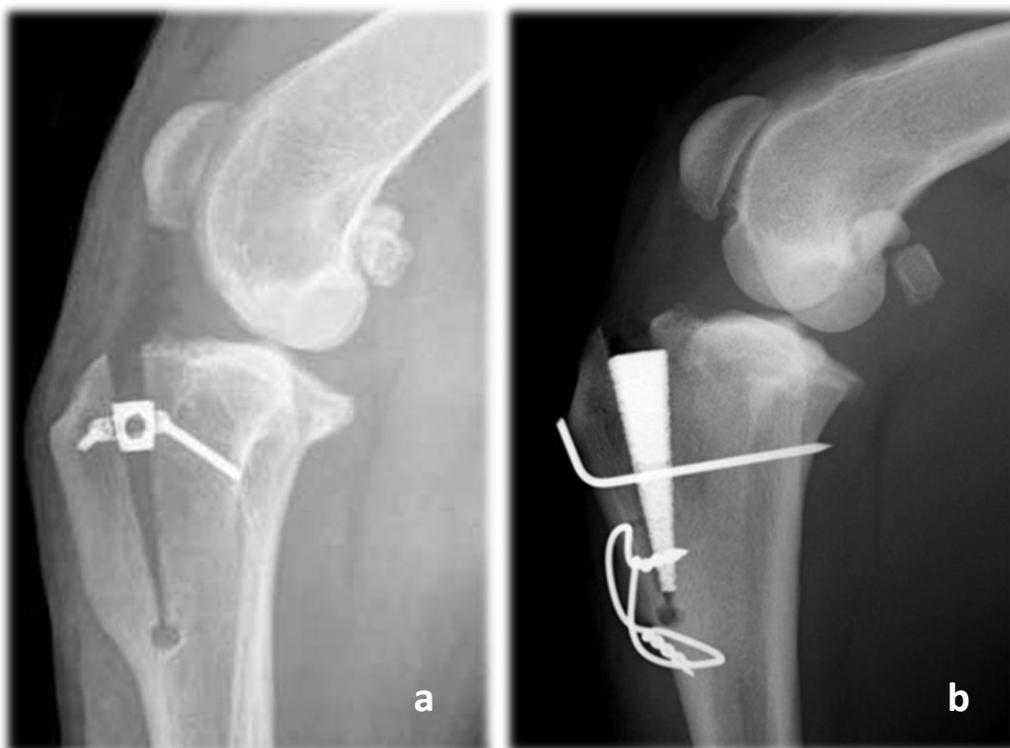


Figure 25 - Vues radiographiques de la technique de Maquet Modifiée
Technique MMT (a), et technique MMP (b)
(d'après Etchepareborde, Brunel et al., 2011 (a), et OrthoMed™ (b))

Les avantages de cette technique par rapport à une TTA sont la diminution du temps opératoire, la diminution de la morbidité du patient (absence de greffe osseuse lors d'utilisation de l'implant poreux), et la diminution du coût matériel. Cependant, selon la technique de stabilisation distale de la crête tibiale, des complications peuvent apparaître (fracture de la corticale distale en particulier).

C. Remise en question des techniques de stabilisation dynamique

Ces dernières années, les techniques de stabilisation dynamique ont connu un franc succès. Cependant, les résultats obtenus ne sont pas parfaits et les études s'accordent à dire qu'aucune technique de stabilisation du grasset ne permet d'obtenir des résultats statistiquement supérieurs aux autres. En particulier, la récupération fonctionnelle de la marche est semblable entre la TPLO et la technique de Flo modifiée (Conzemius, Evans et al., 2005).

Dans le but d'améliorer encore la prise en charge de l'affection qu'est la rupture du LCA, des études se consacrent à étudier la biomécanique du grasset ayant subi une stabilisation dynamique par ostéotomie tibiale.

1. Qualité de la stabilisation dynamique après ostéotomie tibiale

Pour étudier la biodynamique du grasset *in vivo*, une étude menée par Bottcher, Rey *et al.* utilise un système couplant deux fluoroscopies angulées à 90° avec un tapis roulant. Ce montage permet une modélisation tridimensionnelle dynamique du grasset par reconstruction informatisée, en utilisant un modèle volumétrique obtenu par examen tomodensitométrique préalable.

D'une part, il a pu être mis en évidence que lors d'une rupture du LCA, l'instabilité du grasset n'est pas caractérisée par un avancement tibial, mais par un glissement caudal du fémur ; le tibia restant stable lors de l'appui.

D'autre part, après intervention chirurgicale (TPLO, TTA ou TightRope®), un pourcentage non négligeable de patients présente une instabilité persistante (>50% dans le cas d'une TPLO réduisant l'angle du plateau tibiale à 5-8°). La réalisation d'une méniscectomie ne semble pas être un facteur aggravant. Enfin, l'importance de cette subluxation ne semble pas être corrélée avec les symptômes cliniques.

Les auteurs constatent donc que l'objectif initial de ces interventions chirurgicales qu'est la stabilisation du grasset n'est bien souvent pas atteint (Bottcher, Rey et al., 2013).

Cette instabilité persistante a aussi été mise en évidence concernant la TPLO, dans une étude *in vitro* (Johnson, Lanz et al., 2011), et dans une étude *in vivo* (Kim, Lewis et al., 2012).

2. Évolution des contacts osseux après ostéotomie tibiale

Lors d'une rupture du LCA, le glissement caudal du fémur modifie les zones de contact entre le fémur et les ménisques lors de la prise d'appui.

De ce fait, il a été montré *in vitro* que la surface de contact diminue, et que les pressions maximales augmentent. De plus, les forces de frictions tangentielles (non

observables *in vitro*) présentes à cause de l'instabilité sont mécaniquement bien plus délétères que les forces de compression. Ainsi, la rupture du LCA semble favoriser la formation de lésions par érosion du cartilage articulaire des condyles fémoraux.

La réalisation d'une ostéotomie tibiale de type TPLO ne semble pas permettre de rétablir le contact physiologique entre le fémur et les ménisques, d'autant plus si une méniscectomie est réalisée. Il est donc possible qu'une intervention de ce type soit à l'origine des lésions de ce type retrouvées à l'examen *post mortem*, et qu'à long terme elles puissent affecter les résultats cliniques.

A contrario, une ostéotomie de type TTA semble améliorer le contact, sans pour autant restaurer le contact physiologique (Pozzi, 2013).

PARTIE II :
ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

I. Matériel

A. Le ligament artificiel STIF™

Le ligament artificiel STIF™ est une prothèse, ou plus précisément un système permettant la fixation interne des tissus mous, le LCA dans notre étude (Laboureau, 2005).

Historiquement, cet implant breveté (FR 92.03307, EP 0.561.710) par le Dr Jacques-Philippe LABOUREAU (chirurgien orthopédiste en médecine humaine) est issu de l'adaptation au milieu vétérinaire de l'implant utilisé en médecine humaine qu'est le LARS™ AC. Son processus de fabrication est le même, ce qui lui permet d'obtenir des normes de qualité optimales (norme NF EN ISO 13485 et directive n°93/42 CEE).

1. Composition

a. Nature du matériau

L'implant est exclusivement composé de Polyéthylène téréphtalate de type 155 (PET), sous forme de multiples fibres. Le PET 155 est un polymère non résorbable et biocompatible.

b. Traitements chimiques

Dans le cadre du développement du ligament LARS™ AC, des études *in vitro* ont été menées par l'INRA pour rechercher l'élément causal de l'absence de biocompatibilité initiale rencontrée. En effet, la forme de PET utilisée pour le ligament est théoriquement inerte, ce qui n'était pas retrouvé lors des premiers tests.

Il s'est avéré qu'une émulsion de corps gras (ensimes) utilisée lors du processus de fabrication, et nécessaire lors du cardage et du filage, en était la cause. Un processus spécifique nommé désensimage a donc été développé par la société LARS™ en collaboration avec l'Institut du Textile Français (ITF). Les vérifications menées par l'Unité de Recherche et Développement en Cytoculture de l'INRA ont alors démontré la biocompatibilité du composé avec les fibroblastes humains. Ultérieurement, une étude menée par BIOMATECH™ (Charton Ricard, 1989) confirme la biocompatibilité du matériau via plusieurs tests : implantation intramusculaire chez le lapin, injection systémique chez la souris, injection intradermique chez le lapin, test de sensibilisation chez le cobaye, recherche de substances pyrogènes et test de toxicité sur culture cellulaire. Une étude plus récente démontre la biocompatibilité dans le grasset du lapin (Shao-bin, Qi-rong et al., 2008).

2. Morphologie

a. Morphologie générale

Le ligament STIF™ présente une section circulaire pleine et peut être décomposé en 3 régions : les extrémités sont composées de 2 brins libres permettant la manipulation lors de la pose, alors que la portion extra-articulaire (ou intra-osseuse) et la partie centrale intra-articulaire sont composées de multiples fibres agencées de manière spécifique (Figure 26).

Plusieurs tailles sont commercialisées selon :

- L'épaisseur du ligament : 30, 44, 60, 80 et 100 fibres.
- La longueur de la partie intra-articulaire : 15, 17, 19 mm.

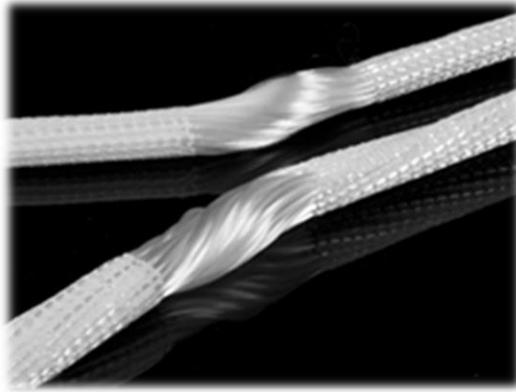


Figure 26 - Photographie d'un ligament STIF™
(d'après CORIN Group™)

Le choix du ligament repose sur le poids du patient (pour l'épaisseur) et sur son format (pour la longueur). Par exemple, pour un Labrador de 30 kg, le ligament 44 fibres 17 mm sera adéquat, alors que l'on utilisera un ligament 30 fibres 15 mm chez un Berger des Pyrénées pesant 20 kg.

b. Section intra-articulaire

La portion placée dans l'articulation, et donc destinée à subir les mouvements de flexion, extension, rotation est composée de fibres techniques longitudinales (trame) exclusivement.

Celles-ci sont formées d'une structure primaire composée de 192 microfibrilles (ou filaments) pré-torsadées.

D'autre part, les fibres techniques présentent une rotation externe de 90° : vers la gauche (proximo-distalement) lorsque l'implantation sera faite dans le grasset gauche, et vers la droite pour le grasset droit. Cet effet mime l'orientation naturelle des fibres du LCA, et permet donc de correspondre à sa physiologie. C'est une spécificité incluse dans le brevet de ce ligament artificiel.

Ces particularités permettent de réduire au maximum les frottements internes à l'implant, et par conséquent son usure (Khan and Scott, 2009).

c. Section intra-osseuse

La portion intra-osseuse possède elle aussi une structure spécifique. Elle se compose d'une nappe tressée entourant les fibres techniques précédentes (qui ne sont pas torsadées dans cette section).

Cette nappe est unie aux fibres longitudinales par un tricot original. Celui-ci, contrairement à une structure tissée, ne déforme pas les fibres techniques qui restent alors parfaitement rectilignes et parallèles. Cela empêche l'élongation dans le temps.

Cette structure tissée est commune avec les prothèses artificielles de 2^{ème} génération. Elle permet une résistance à l'élongation, mais augmente significativement les frottements internes lors de sa mobilisation non longitudinale (flexion/extension et rotation).

3. Résistance

La résistance des implants a été évaluée selon 2 procédés :

- En traction pure la résistance est proportionnelle au nombre de fibres d'après une étude réalisée par l'ITU (Michel, 1992) : 1500 N pour les 30 fibres, 2500 N pour les 60 fibres, 3600 N pour les 80 fibres, 4700 N pour les 100 fibres, et 5000 N pour les 120 fibres. Durant ces tests, l'allongement maximal avant rupture variait entre 7,6% et 11,3% selon les ligaments. Enfin, l'allongement rémanent après une traction à 2500 N a été mesuré à des valeurs inférieures ou égales à 1,5%, quel que soit le ligament (ligament 30 fibres non testé).
- En flexion « physiologique » (mouvements de flexion associés à une rotation interne et une tension constante de 200 N), les premiers signes d'usure apparaissent à la sortie des tunnels osseux au bout de 5 millions de cycles, alors qu'au bout de 8 millions de cycles, quelques matages sont présents. La partie centrale du ligament présente alors une tendance à l'effilochage. Les premières ruptures de microfibrilles apparaissent au bout de 10 millions de cycles. À l'issue de l'étude, la résistance à la traction est de 66% par rapport à la résistance initiale. Cette étude a été réalisée par la SERCOVAM™ (Hunault, 1997), en testant les ligaments 80 et 100 fibres.

4. Biologie

L'autre particularité du ligament STIF™ est de présenter une biocompatibilité avec l'articulation par une absence d'inflammation, mais aussi et surtout par une repousse fibroblastique à la surface des fibres, d'autant plus rapide que l'implant se voit couvrir du moignon de LCA rompu (Shao-bin, Qi-rong et al., 2008). De ce fait, la résection totale du LCA lors de l'exploration articulaire n'est pas indiquée si l'on souhaite optimiser la repousse ligamentaire. En l'absence d'étude sur ce sujet chez le chien, la décision de réséquer le LCA est finalement laissée au chirurgien.

B. Les vis d'interférence

a. Nature du matériau

Les vis d'interférence sont composées de titane de qualité chirurgicale, matériau réputé inerte, résistant et léger. C'est à l'heure actuelle l'un des matériaux les plus plébiscités en médecine humaine lors de chirurgies orthopédiques (avec les alliages chrome/cobalt).

b. Morphologie

Les vis d'interférence ont une morphologie spécifique, et sont elles aussi brevetées (94 02930). Elles ont une forme cylindro-conique, ce qui leur permet une mise en place aisée. Leur filet est mousse, ce qui assure une fixation efficace dans le tunnel osseux, sans risque de dilacération du ligament, sans risque de saillie traumatisante hors du tunnel osseux, et sans nécessité de tarauder. Enfin, elles sont canulées en leur centre avec un profil hexagonal ce qui permet un meilleur guidage lors de la pose, ainsi que l'absence de tête de vis, réduisant ainsi aussi les saillies traumatisantes (Figure 27).



Figure 27 - Photographie de vis d'interférence
(d'après Vetlig™)

Elles existent en différentes tailles selon leur diamètre (5 ou 6 mm) et leur longueur (15 mm pour les \varnothing 5 mm, 20 mm pour les 2 diamètres, et 25 mm pour les \varnothing 6 mm).

C. Le matériel ancillaire

a. Les broches

Ce sont des broches classiques d'ostéosynthèse en acier inoxydable, de 2 mm de diamètre, avec des extrémités pointues (3 faces) permettant le forage osseux initial lors de la réalisation des tunnels.

b. Les tubes guides

Les tubes guides permettent la protection des tissus mous environnants lors des forages, que ce soit avec les broches ou avec les mèches. Ce sont de simples tubes en acier inoxydable.

c. Les forets

Les forets, composés d'acier inoxydable, et permettant le forage des tunnels osseux, ont pour particularité d'être canulés par un usinage de section ronde de 2,1 mm de diamètre (Figure 28). Grâce à cela, le forage est réalisé en utilisant la broche précédemment insérée comme guide, ce qui évite les erreurs de réalisation des tunnels osseux.

Ils existent en 2 tailles : 4,2 mm de diamètre externe (pour les vis d'interférence de 5 mm) et 5 mm (pour les vis de 6 mm).



Figure 28 - Photographie d'un foret canulé
(d'après Vetlig™)

d. Les boucles

Les boucles sont des fils en acier inoxydable (\varnothing 0,5 mm) repliés sur eux-mêmes, servant de tire-fil pour aider au passage de l'implant à travers les tunnels osseux.

e. Les broches hexagonales

Ces broches en acier inoxydable, de section hexagonale (6 pans de 2,5 mm), permettent le guidage de la vis dans le tunnel osseux et son serrage initial.

f. Les tournevis

Les tournevis sont au nombre de 2 :

- Un tournevis femelle (Figure 29) : Il permet le guidage initial de la vis, ainsi que la première phase de son insertion dans le tunnel osseux grâce à une meilleure répartition des forces sur le matériel, et par conséquent un moindre risque de fracture en cas de faux mouvement. Il est canulé de part en part par un usinage hexagonal, permettant le passage de la broche hexagonale. L'appui sur la vis se fait donc directement du tournevis sur la vis.
- Un tournevis mâle (Figure 29) : Il permet le serrage final de la vis, lorsque celle-ci est déjà stable dans le tunnel osseux. Le chirurgien exerce alors seulement des forces en rotation, ce qui minimise la possibilité de faux mouvement.

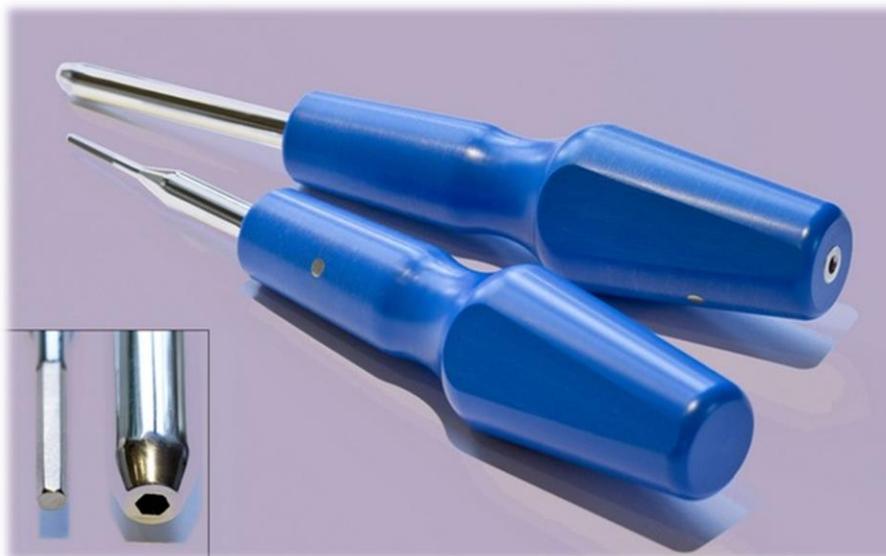


Figure 29 - Photographie des tournevis
(d'après Vetlig™)

D. Le tapis de marche

L'utilisation du tapis de marche ne s'est effectuée que sur une partie de notre étude (sujets opérés sur le campus Vétérinaire de Lyon).

1. Description

a. Caractéristiques techniques

Développé par la société AM³ à l'attention des médecins podologues, cet outil a été adapté à l'analyse de la marche chez le chien pour notre étude.

Le tapis de marche se présente par une surface utile de 490 mm x 490 mm, avec une épaisseur de 5 mm (Figure 30). Il est composé de 4096 capteurs capacitifs calibrés, à raison de 2 capteurs par cm² (taille du capteur : 7,6 mm x 7,6 mm). Sa sensibilité permet d'enregistrer des signaux allant de 100 g/cm² à 12 kg/cm², et sa validation a été réalisée en conditions expérimentales (Giacomozzi, 2010).

Une calibration spéciale par la société a été réalisée pour obtenir des résultats de qualité optimale chez le chien.

L'appareil se connecte à un ordinateur par liaison filaire USB 1.1 et ne nécessite pas d'alimentation propre (Michel, 2010).



Figure 30 - Photographie du tapis de marche FootWork Pro
(d'après AM³™)

b. Logiciel FootWork Pro

Le logiciel FootWork Pro (Figure 31), fourni par la société a été développé par celle-ci. Il possède de nombreuses fonctionnalités, dont certaines, spécifiques à la démarche humaine ou la forme du pied, n'ont pas pu être utilisées pour notre étude.

Les paramètres utilisés dans notre étude sont les suivants :

- La surface de l'appui.
- La pression moyenne exercée.
- La durée de l'appui.

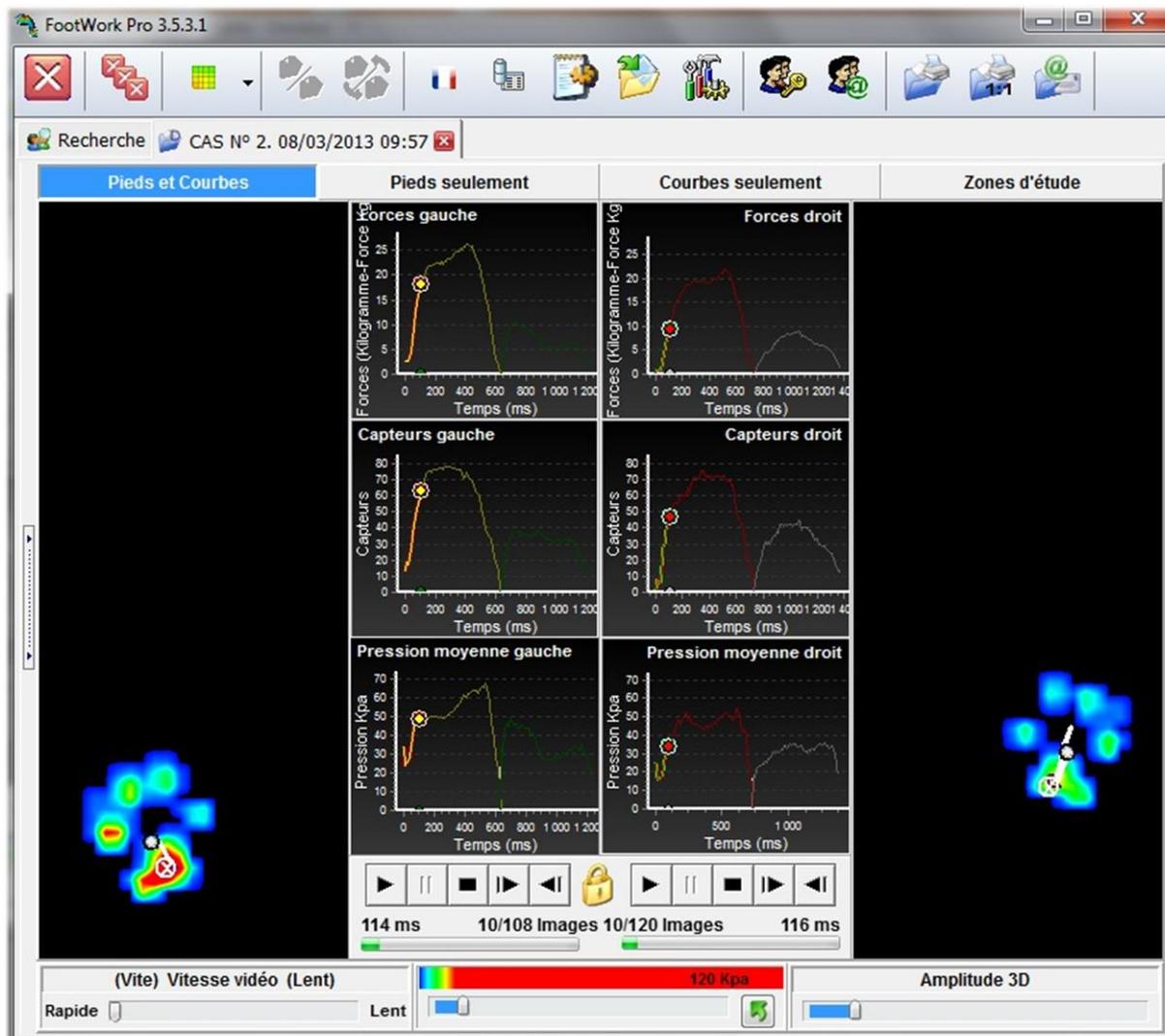


Figure 31 - Interface FootWork Pro lors du relevé des données
(d'après AM³™)

II. Méthode

Le protocole de l'étude a été validé par le comité d'éthique de l'École Vétérinaire de Lyon (Vetagro Sup). Le numéro d'agrément correspondant à notre étude est le 1344.

A. Recrutement des sujets

1. Lieux de recrutement et type d'étude

Pour la réalisation de notre étude multicentrique, 2 lieux ont été choisis pour leurs spécificités :

- Le site de la Clinique Vétérinaire La Cardelle (Peymeinade, Alpes-Maritimes), nous permettant une étude en conditions terrain d'une Clinique Vétérinaire privée. Une étude à la fois rétrospective (8 cas) et prospective (4 cas) est réalisée sur ce site.
- Le site de l'École Vétérinaire de Lyon (Marcy l'Étoile, Rhône Alpes), nous permettant une étude dans des conditions universitaires (chirurgien diplômé du Collège Européen, salle dédiée à l'étude de la marche...). Une étude prospective (3 cas) est réalisée sur ce site.

2. Nombre de sujets

Le nombre de sujets sélectionnés pour notre étude a été déterminé par le nombre de cas présentés dans chacune des structures après avoir obtenu le consentement éclairé de la part des propriétaires. Il est de 12 à la Clinique Vétérinaire La Cardelle, et 3 à l'École Vétérinaire de Lyon.

3. Critères d'inclusion

a. Âge

L'âge n'est pas un critère de sélection dans notre étude. La moyenne d'âge des sujets présents dans l'étude est de 6 ans et 9 mois lors de l'intervention chirurgicale, avec un écart-type de 2 ans et 2 mois.

b. Sexe

Le sexe de l'animal, ainsi que son statut physiologique (stérilisé ou non) n'est pas un critère de sélection dans notre étude. 47% des sujets sont des mâles (dont 70% non stérilisés) et 53% sont des femelles (dont 38% non stérilisées).

c. Poids

Le poids en lui-même n'est pas un critère de sélection, cependant le plus petit implant disponible actuellement étant le STIF™ 30 fibres associé à des vis d'interférence de 5 x 15 mm, les animaux dont la taille du grasset ne permettaient pas leur stabilisation par ce matériel ont été exclus de l'étude.

En pratique, le plus léger chien opéré pèse 17 kg (Jack Russel croisé Braque), alors que le plus lourd pèse 81 kg (Mastiff Anglais). D'autre part, le poids moyen des sujets est 35 kg, avec un écart-type de 15,45 kg.

d. Race

La race n'est pas un critère de sélection dans notre étude. On recense entre autres 4 Labrador (27%), 2 Golden Retriever (13%) et 1 Rottweiler (7%) parmi les sujets.

e. Antécédents

Les chiens présentant des antécédents de rupture du LCA (controlatéral) ne sont pas exclus de notre étude à la Clinique Vétérinaire La Cardelle, dans le cas où cette affection semble correctement stabilisée (absence de boiterie à l'examen orthopédique). Ils sont cependant exclus dans notre étude à l'École Vétérinaire de Lyon (incompatibilité avec l'examen de la marche sur tapis).

f. Affections intercurrentes

Les lésions méniscales sont des affections classiques lors de rupture du LCA et leur traitement chirurgical per-opératoire classique ne semblant pas altérer la convalescence, il a été décidé de garder pour l'étude les chiens en présentant.

Les affections touchant l'appareil locomoteur (dysplasie des hanches ou du coude, arthrose clinique...), autres que la rupture ligamentaire motivant la consultation constituent des critères d'exclusion. Un sujet présentant une arthrose prononcée des coudes est cependant inclus (cas n°13).

D'autre part, la liberté est laissée au chirurgien d'exclure le sujet de l'étude lorsqu'une technique de stabilisation alternative lui semble être une meilleure solution (ex : orientation vers une TPLO lorsque la pente tibiale excède 28°, ou vers une CTWO lorsqu'une anatomie anormale du genou est présente).

g. Membre affecté

La latéralisation de la lésion n'est pas un critère de recrutement. Dans notre étude, 7 chiens (47%) présentent une affection du genou gauche, et 8 chiens (53%) du genou droit.

4. Type de recrutement

Le recrutement est réalisé avec le consentement éclairé des propriétaires. Cette étude n'est donc pas randomisée car les chirurgiens réalisant le suivi, ainsi que les propriétaires, sont informés du type de chirurgie réalisée.

B. Prise en charge et chirurgie

1. Anamnèse

Une anamnèse détaillée est demandée pour pouvoir cerner le milieu de vie de l'animal et plus particulièrement les conditions dans lesquelles la rupture ligamentaire est apparue.

2. Radiographies préopératoires

Les radiographies préopératoires sont réalisées en routine à l'École Vétérinaire de Lyon, étant donné qu'elles sont nécessaires aux chirurgiens pour décider de la technique opératoire à réaliser. Elles ne sont cependant pas imposées.

3. Protocole anesthésique et monitoring

Le protocole anesthésique est réalisé au cas par cas, quel que soit le lieu, pour convenir au mieux à chaque patient. Cependant, il est demandé aux anesthésistes de se rapprocher, autant que faire se peut, du protocole suivant :

- Prémédication : Médétomidine 0,01 mg/kg IV, Valium 0,3 mg/kg IV (lors de l'induction)
- Analésie : Morphine 0,3 mg/kg IV
- Induction : Propofol 4 mg/kg IV
- Maintien : Isoflurane dans 100% de O₂
- Fluidothérapie : Ringer Lactate 10 ml/kg/h

Une antibioprofylaxie à base de Céfalexine 30 mg/kg IV, ainsi qu'une injection de Méloxicam 0,1 mg/kg IV sont réalisées 30 minutes avant la première incision.

Pour assurer le contrôle des paramètres vitaux, le monitoring présent comprend :

- À l'École Vétérinaire de Lyon :
 - Capnographie
 - Électrocardiographie
 - Oxymétrie de pouls
 - Pression artérielle non invasive
 - Sonde de température intra-œsophagienne
 - Stéthoscope intra-œsophagien
- À la Clinique La Cardelle :
 - Capnographie
 - Oxymétrie de pouls
 - Analyse des gaz inspirés et expirés
 - Prise régulière de la température du patient

4. Préparation du site chirurgical

Une fois l'animal anesthésié, une tonte chirurgicale large comprenant la totalité du membre à opérer (excepté les métatarses qui sont protégés dans un gant d'examen) est réalisée. Le nettoyage chirurgical a lieu en bloc opératoire à l'aide de Chlorhexidine (solution et savon).

5. Technique chirurgicale

La technique chirurgicale, initialement décrite par le Dr Jacques-Philippe LABOUREAU (chirurgien orthopédiste en médecine humaine), a été précisée en collaboration avec le Dr Philippe LE DOZE (Vétérinaire praticien à la Clinique de la Cardelle).

a. Voie d'abord

L'abord du grasset est réalisé par arthrotomie para-patellaire médiale, comprenant l'incision cutanée, celle du fascia et de la capsule articulaire.

b. Inspection articulaire

Une inspection de l'articulation permet alors de relever plusieurs points :

- Ligaments croisés : Qualification de la rupture du LCA et recherche d'une rupture partielle du LCP. La décision de résection du moignon de LCA (lors de sa rupture partielle ou totale) est laissée au chirurgien. Elle est réalisée pour les sujets opérés à l'École Vétérinaire de Lyon, mais ne l'est pas pour ceux opérés à la Clinique Vétérinaire de la Cardelle.
- Arthrose : Quantification visuelle et résection des éventuels ostéophytes à la pince gouge.
- Lésions méniscales : Recherche avec sondage tactile des cornes à l'aide d'un instrument et méniscectomie partielle en cas de lésion.
- Autres anomalies : D'autres anomalies telles qu'une apparence anormale du liquide synovial ou une anomalie de conformation de la trochlée fémorale sont recherchées.

c. Forage des tunnels osseux

Les tunnels osseux sont forés en 2 temps. Le premier consiste en la mise en place de la broche-guide de 2 mm de diamètre, et se fait de l'articulation vers la corticale externe de l'os. Dans un second temps, le tunnel proprement dit est foré à l'aide du foret canulé correspondant à la taille du ligament choisi. Ce forage se réalise de la corticale externe vers l'articulation, ce qui permet de limiter la quantité de débris osseux dans l'articulation. Un rinçage articulaire est ensuite réalisé.

Durant ces temps opératoires, il est nécessaire de s'aider des tubes guides pour protéger les tissus mous environnants et réduire ainsi la taille des incisions tissulaires.

i. Le tunnel fémoral

Le point d'entrée intra-articulaire de la broche se fait sur l'insertion du LCA. Il est donc situé sur la face médiale du condyle fémoral latéral, légèrement caudalement dans le plan crânio-caudal (60%) (Figure 32a et Figure 32b). Le point de sortie est situé proximale et latéralement sur la corticale fémorale (Figure 33). Le tunnel est alors foré (Figure 34).

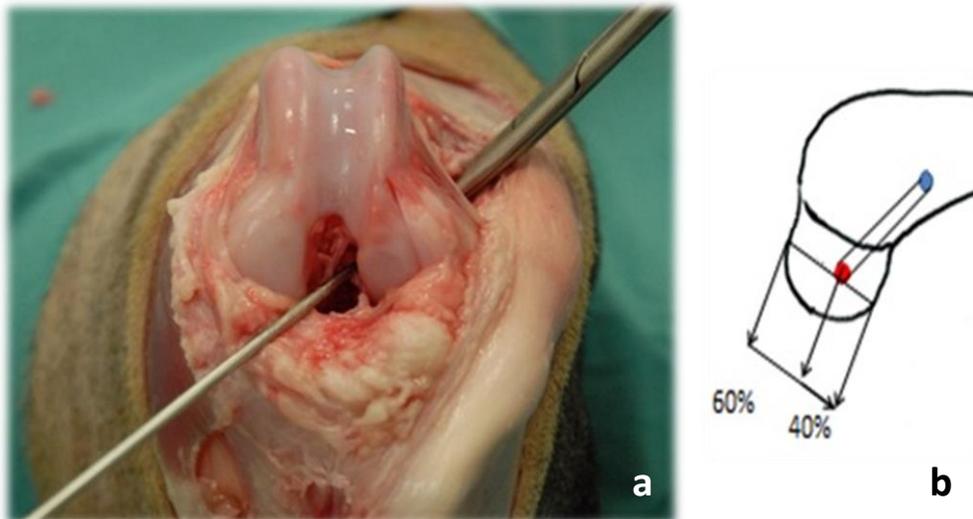


Figure 32 – Positionnement de la broche fémorale

Vue peropératoire (a), et position théorique des points d'entrée du tunnel (b)
(Service de Chirurgie de Vetagro Sup (a), et d'après Laboureau, 2005 (b))



Figure 33 – Vue peropératoire du placement final de la broche fémorale
(Service de Chirurgie de Vetagro Sup)



Figure 34 – Vue peropératoire du forage du tunnel fémoral
(Clinique Vétérinaire la Cardelle)

ii. Le tunnel tibial

Le placement de la broche-guide du tunnel tibial est réalisé en gardant celle-ci dans le tunnel fémoral (ce qui permet un meilleur alignement, le forage précédent permettant alors une légère liberté de mouvements). L'insertion intra-articulaire est alors réalisée elle aussi sur la zone d'insertion du LCA et abouche sur la partie médio-distale de la crête tibiale (Figure 35). Le tunnel tibial est alors foré.



Figure 35 – Vue peropératoire du placement final de la broche tibiale
(Service de Chirurgie de Vetagro Sup)

d. Positionnement de l'implant STIF™

Une boucle métallique est alors passée dans les tunnels osseux (Figure 36a). Celle-ci joue le rôle de tire-fil, ce qui permet de guider l'implant dans les tunnels (Figure 36b), puis de le positionner (fibres libres en région intra-articulaire) en respectant la rotation externe de 90° des fibres (Figure 37).



Figure 36 – Vue peropératoire du positionnement de l'implant STIF™
Positionnement de la boucle métallique (a), et positionnement de l'implant STIF™ (b)
(Service de Chirurgie de Vetagro Sup)

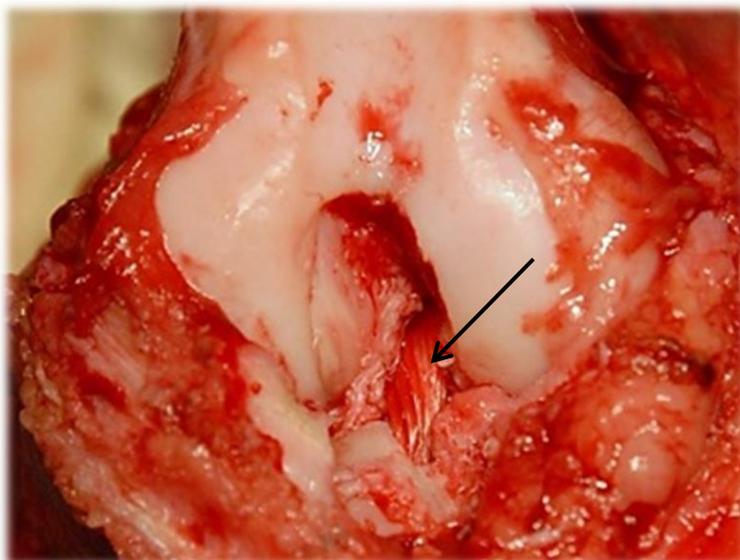


Figure 37 – Vue peropératoire du positionnement final de l'implant STIF™
Rotation externe de 90° des fibres libres intra-articulaires (flèche)
(Service de Chirurgie de Vetagro Sup)

e. Fixation fémorale

Une première vis d'interférence est positionnée dans le tunnel fémoral, du côté extra-articulaire. Pour cela, le serrage initial est réalisé à l'aide du tournevis femelle monté sur la broche hexagonale, et ajusté à l'aide du tournevis mâle.

f. Vérification de l'isométrie

Une mise sous tension manuelle de l'implant est réalisée. Le grasset est alors placé en flexion maximale, puis en extension maximale. Lors de cette manœuvre, le jeu en sortie de tunnel doit être minimal (il ne doit pas dépasser 2 mm) pour que la pose puisse être jugée correcte.

g. Fixation tibiale

L'insertion de la vis d'interférence distale (tibiale) est réalisée dans un tunnel perpendiculaire, 1 cm distalement de la sortie du tunnel tibial oblique (intéressant l'articulation). Cela permet d'améliorer la tenue du matériel (988 N *versus* 238 N) et donc de réduire les risques de glissement (Leduc, Yahia et al., 1999).

Une séquence identique à celle réalisée lors de la vérification de l'isométrie est réalisée pour placer la vis d'interférence. Cela évite une éventuelle mise sous tension excessive de l'implant lors de la mobilisation de l'articulation par l'animal, voire une réduction de l'amplitude de mouvement.

Les extrémités de l'implant sont alors réséquées. Un rinçage articulaire est réalisé, suivi d'une fermeture plan par plan, à l'aide de fil mono filament résorbable PDS®II décimale 3, ainsi que de fil mono filament irrésorbable Ethilon® décimale 2 pour le plan cutané.

6. Radiographies postopératoires

Des radiographies de face et de profil du grasset opéré sont réalisées en routine en postopératoire avant le réveil du patient pour contrôler la pose des vis d'interférences et l'orientation des tunnels osseux (Figure 38).

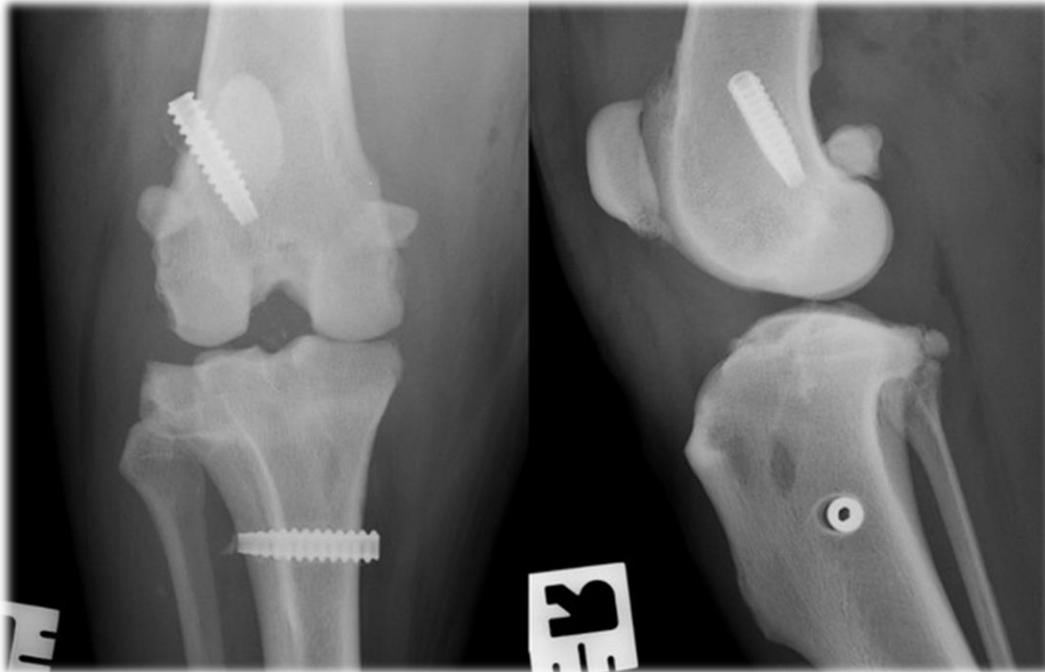


Figure 38 - Radiographies postopératoires
(Service d'imagerie de Vetagro Sup)

7. Compte-rendu

Un bref compte rendu chirurgical est réalisé à la suite de chaque intervention, relevant notamment les lésions méniscales ainsi que leur nature ou les incidents éventuels.

8. Postopératoire et consignes de sortie

Dans le cas de la clinique Vétérinaire de la Cardelle, les chiens opérés sont rendus à leur propriétaire le soir même, dès lors que le réveil de l'animal est suffisant (après une nuit d'hospitalisation sinon). À l'École Vétérinaire de Lyon, les animaux sont rendus le surlendemain, après une étude fonctionnelle de la marche sur tapis à J+1.

Dans les 2 cas, les consignes de sortie sont les mêmes, sauf contre-indication :

- Méloxicam 0,1 mg/kg PO SID pendant 1 mois.
- Céfalexine 15 mg/kg PO BID pendant 10 jours.
- Repos strict en intérieur pendant 15 jours avec sorties en laisse uniquement pour les besoins naturels, puis reprise progressive de l'activité sur 1 mois.

Un pansement non contentif (compresse stérile et pansement adhésif) est mis en place en postopératoire et changé en cas de besoin lors de sa sortie.

Pour ne pas biaiser les résultats sur ce point, aucune rééducation spéciale hormis la reprise progressive de la marche n'est demandée aux propriétaires. De plus, les résultats d'une rééducation par balnéothérapie et électrostimulation, bien que meilleurs, peuvent s'avérer comparables (Jerre, 2009).

C. Méthode de suivi

1. Consultations de suivi

Le suivi des sujets est réalisé par au moins 3 consultations de suivi en clinique :

- +15 jours : Suivi clinique et retrait des points de suture.
- +30 jours : Suivi clinique.
- +60 jours : Suivi clinique.

Lors de ces consultations, un examen clinique général et orthopédique est réalisé. Les principaux points d'intérêts sont :

- La qualité de la démarche du chien.
- La recherche d'une douleur à la manipulation.
- Le signe du tiroir (direct et indirect).
- L'évaluation de l'amyotrophie du membre opéré.

Pour quantifier l'évolution de la reprise d'appui sur le membre, une évaluation subjective est demandée au propriétaire (comportement dans son milieu de vie, modification des habitudes, difficultés éventuelles à se lever...), ainsi qu'au clinicien (évaluation faite au moment de la consultation).

Dans le cadre du suivi à l'École Vétérinaire de Lyon, une analyse de la marche sur tapis est aussi réalisée.

a. Déroulement d'une capture

Les captures se déroulent dans une salle spécifique de l'étude de la marche (Figure 39). Celle-ci mesure 20 m x 4 m, ce qui permet aux sujets étudiés d'atteindre leur vitesse de croisière en réalisant plusieurs foulées avant de marcher sur le tapis. De plus, les conditions environnementales sont constantes (le tapis et le mobilier ne sont pas déplacés).



Figure 39 - Photographie de la salle d'analyse de la marche
(Service de Chirurgie de Vetagro Sup)

Lors des acquisitions, 2 personnes sont nécessaires : l'une s'occupe de l'acquisition informatique, tandis que la seconde (de préférence toujours la même) fait marcher le chien.

Le sujet réalise plusieurs passages « à blanc » pour s'habituer au tapis, puis l'enregistrement commence lorsque sa démarche est jugée stabilisée (perte d'intérêt pour les personnes environnantes, absence d'hésitation lors du passage sur le tapis...).

Le nombre de captures à proprement parler est fonction de la qualité des acquisitions. En effet, un nombre minimal de 3 passages par membre est nécessaire. D'autre part, les passages qualifiés d'anormaux (démarche non droite, modification de l'allure, arrêt...) sont écartés.

b. Méthode d'analyse des données

Avant toute analyse, il est nécessaire d'exclure les passages non conformes :

- Modification de l'allure du sujet lors du passage.
- Démarche non rectiligne.
- Pas en partie en dehors du tapis.

Les membres sont ensuite identifiés manuellement (impossibilité pour le logiciel actuel de différencier un antérieur d'un postérieur, ainsi qu'un membre droit ou un membre gauche). Dans le cas où les membres venaient à se chevaucher spatialement, leur identification n'est pas compromise car ils sont identifiés temporellement (les pas ne pouvant pas se chevaucher dans le temps et l'espace).

L'apport de la synchronisation vidéo est un atout indéniable pour la vérification de l'identification des pas, bien que la morphologie de ces derniers puisse nous orienter sur leur localisation (antérieurs plus larges, présence de griffes plus longues sur les certains membres, points de plus forte pression sur les doigts latéraux, boiterie évidente...).

L'identification des pas correctement réalisée, les valeurs d'intérêt sont relevées :

- Valeur maximale de la surface.
- Valeur maximale de la pression moyenne.
- Durée d'appui.

2. Suivi par appel téléphonique ou courrier électronique

Le suivi des cas se réalise, autant que faire se peut, lors de consultations cliniques. Cependant, lorsque la situation géographique des propriétaires ne permet pas un suivi régulier, des informations sont collectées par téléphone. Cela permet de limiter le nombre de cas « perdus de vue », tout en ayant le minimum d'informations nécessaires à notre étude.

3. Questionnaire de satisfaction client (cf. Annexe 1)

Les clients sont sollicités pour remplir un questionnaire de satisfaction au terme de notre étude, en moyenne à 1 an et 2 mois après l'intervention (écart-type de 8 mois et 21 jours), ces questionnaires permettant une évaluation relativement fiable de la part des

propriétaires lors du traitement chirurgical des ruptures du LCA (Innes and Barr, 1998). Durant ce bref questionnaire, il leur est demandé de répondre le plus objectivement possible (en particulier aux 2 dernières questions de satisfaction).

Un système linéaire est adopté pour les questions le permettant, pour permettre une expression plus précise de la réponse faite par le client.

En particulier, la question concernant la reprise d'un appui satisfaisant était détaillée comme : « la reprise d'un appui permettant au chien de se déplacer au pas sans difficulté apparente et ne semblant pas l'inciter à rester immobile plutôt qu'à se déplacer ».

La question relative à la satisfaction quant au résultat de la chirurgie a été expliquée comme suit :

- Excellent : Le chien a retrouvé son activité antérieure.
- Bon : Le chien n'a pas retrouvé son activité antérieure mais celle-ci est acceptable et le chien ne boite pas, ou très rarement.
- Moyennement satisfaisant : Le chien s'est amélioré mais est handicapé dans son activité quotidienne, il boite régulièrement.
- Mauvais : Le chien a conservé le handicap qu'il avait avant l'intervention ou celui-ci s'est aggravé.

III. Résultats

A. Clinique Vétérinaire La Cardelle

1. Cas n°1

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°1 est un Labrador mâle entier de 9 ans, pesant 30 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante permanente sans suppression d'appui était présente, évoluant depuis quelques jours seulement. Le signe du tiroir direct était positif.

Il présentait une rupture totale du LCA droit, sans lésion méniscale associée. Un ligament STIF™ 44-17 R a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent, avec une reprise d'appui dès le soir même. L'appui a été jugé très satisfaisant lors du contrôle à 15 jours, avec persistance d'une légère boiterie. Cette dernière n'était plus présente au contrôle à 1 mois et le montage était stable.

Une rupture du LCA controlatéral a été diagnostiquée 4 mois après cette intervention, traitée elle aussi avec la technique STIF™ et incluse dans notre étude (cas n°4), la récupération sur le 1^{er} membre ayant été jugée complète. Par la suite, le développement d'un processus tumoral a malheureusement nécessité une procédure de fin de vie 1 an et 4 mois après cette première intervention.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 2 ans et 5 mois après l'intervention chirurgicale (animal décédé depuis 1 an), le propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Il explique que la reprise d'appui a été extrêmement précoce (le jour même), sans douleur associée et de très bonne qualité. L'appui a été jugé satisfaisant au bout d'une semaine et le retour à un exercice identique a été permis à 3 semaines (randonnées en VTT sur environ 20 km). Aucune boiterie n'était alors visible.

2. Cas n°2

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°2 est un Golden Retriever mâle castré de 7 ans ½, pesant 27 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie modérée sans suppression d'appui était présente, évoluant depuis une quinzaine de jours et initialement traitée à l'aide d'AINS. Le signe du tiroir direct était positif.

Il présentait une rupture totale du LCA gauche, avec lésion méniscale associée, de type anse de sceau, ainsi qu'une arthrose modérée. Une méniscectomie partielle a été réalisée. Un ligament STIF™ 44-17 L a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent en postopératoire, avec une reprise d'appui très discrète et intermittente le soir même. Une boiterie permanente mais discrète était présente lors du contrôle à 15 jours, et le contrôle à 1 mois n'a pas pu être réalisé. Le chien a été revu en consultation vaccinale 6 mois après et ne présentait alors plus de boiterie à l'examen orthopédique.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 2 ans et 3 mois après l'intervention, la propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Elle explique que la reprise d'appui a été très rapide (le lendemain), sans douleur associée et de très bonne qualité. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 10 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 1 mois (promenades d'environ 15 minutes). Aucune boiterie n'était alors visible.

3. Cas n°3

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°3 est une chienne croisée Berger Belge non stérilisée de 6 ans, pesant 34 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante avec suppression d'appui était présente, évoluant depuis la veille. Le signe du tiroir direct était douteux, et le signe du tiroir indirect était positif.

Elle présentait une rupture partielle du LCA droit, sans lésion méniscale associée. Un ligament STIF™ 44-17 R a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent en postopératoire, malgré une suppression d'appui le soir même. Une boiterie intermittente et discrète était présente lors du contrôle à

15 jours, associée à un inconfort à la palpation, probablement lié au caractère du chien car non associé à une quelconque lésion. Aucun traitement complémentaire n'a alors été prescrit. Le contrôle à 1 mois ne révélait plus de boiterie à froid ni d'inconfort à la palpation, mais une boiterie discrète après quelques minutes de marche. Les examens ultérieurs lors des consultations vaccinales (8 mois après, 1 an et 8 mois après) n'ont pas révélé de boiterie.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 2 ans et 2 mois après l'intervention chirurgicale, le propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Il explique que la reprise d'appui a été très rapide (le lendemain), sans douleur associée et de très bonne qualité. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 15 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 3 mois. Aucune boiterie n'était alors visible.

4. Cas n°4

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°4 est un Labrador mâle entier de 9 ans ½, pesant 30 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante permanente sans suppression d'appui était présente, évoluant depuis quelques jours seulement. Le signe du tiroir direct était positif.

Il présentait une rupture totale du LCA gauche, avec une lésion méniscale associée de type anse de sceau. Une méniscectomie partielle a été réalisée. Un ligament STIF™ 44-17 L a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré bon, avec une reprise d'appui modérée dès le soir même. Un contrôle à 10 jours a été réalisé à la demande du propriétaire à cause d'une boiterie permanente et modérée, associée à une douleur à la palpation. À l'examen clinique, une distension modérée de l'articulation a conduit le chirurgien à suspecter un processus infectieux intra-articulaire. Le chien a été placé sous traitement antibiotique de seconde intention (Clindamycine 11 mg/kg pendant 1 mois). L'affection s'est cependant résolue sans nécessité de ré-intervention chirurgicale. L'appui a été jugé satisfaisant lors du contrôle à 1 mois, avec persistance d'une légère boiterie, s'intensifiant après quelques minutes de marche. Cette dernière n'était plus présente au contrôle à 1 mois et demi.

Par la suite, le développement d'un processus tumoral a malheureusement nécessité une procédure de fin de vie 1 an après cette intervention.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 2 ans après l'intervention chirurgicale (animal décédé depuis 1 an), le propriétaire qualifie le résultat de bon (d'après les critères du questionnaire). Il explique que la reprise d'appui a été rapide (2 jours). L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 7 jours, mais l'infection articulaire qui a suivi a entraîné une importante gêne au cours des jours suivants. Le retour à un exercice identique n'a pas été permis (randonnées en VTT sur environ 20 km), mais le chien pouvait supporter des distances d'environ 8 à 10 km avant de fatiguer à 2 mois.

5. Cas n°5

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°5 est une chienne Golden Retriever stérilisée de 5 ans, pesant 35 kg au moment de la chirurgie, avec une légère surcharge pondérale. À l'examen clinique d'admission, une boiterie modérée sans suppression d'appui était présente, évoluant depuis une quinzaine de jours et n'ayant pas été traitée auparavant. Le signe du tiroir direct était positif.

Elle présentait une rupture partielle du LCA droit, avec lésion méniscale associée de type retournement de la corne postérieure, ainsi qu'une arthrose discrète. Une méniscectomie partielle a été réalisée. Un ligament STIF™ 44-17 R a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent en postopératoire, avec une reprise d'appui très discrète le soir même. Une boiterie permanente et discrète était présente lors du contrôle à 15 jours. Le contrôle à 1 mois révélait une boiterie persistante à froid et légèrement plus marquée à chaud, sans inconfort à la palpation. Un traitement à base d'AINS (Méloxicam 0,1 mg/kg pendant 15 jours) a été prescrit. Un second contrôle a été réalisé à 3 mois et permettait d'objectiver une discrète boiterie après quelques minutes d'exercice. Aucun traitement n'a alors été prescrit. Les examens ultérieurs lors des consultations vaccinales (à 8 mois ainsi qu'à 1 an et 8 mois) n'ont pas révélé de boiterie.

Malheureusement, la chienne est décédée suite à un AVP 1 an et 10 mois après son intervention chirurgicale.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 2 ans et 1 mois après l'intervention chirurgicale (animal décédé depuis 3 mois), le propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Il explique que la reprise d'appui a été très rapide (le lendemain), et de bonne qualité. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 7 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 6 mois (vie en extérieur associée à des promenades d'environ 30 minutes). Aucune boiterie n'était alors visible.

6. Cas n°6

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°6 est une chienne Labrador stérilisée de 5 ans, pesant 35 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante sans suppression d'appui était présente, évoluant depuis 2 mois et ayant été traitée auparavant à l'aide d'AINS par un confrère. Le signe du tiroir direct était douteux, le tiroir radiographique était positif.

Elle présentait une rupture partielle du LCA droit, sans lésion méniscale associée, ainsi qu'une arthrose modérée. Un ligament STIF™ 44-17 R a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent en postopératoire, avec une reprise d'appui le soir même. Une boiterie discrète était présente lors du contrôle à 15 jours. Le contrôle à 1 mois révélait une boiterie présente à chaud uniquement, après quelques minutes d'exercice. La chienne n'a pas été revue en consultation depuis.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 2 ans après l'intervention chirurgicale, la propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Elle explique que la reprise d'appui a été extrêmement précoce (le jour même) et de très bonne qualité. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 15 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 2 mois. Aucune boiterie n'était alors visible.

7. Cas n°7

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°7 est un Berger des Pyrénées mâle entier de 5 ans, pesant 14 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie permanente avec suppression d'appui était présente, évoluant depuis quelques jours seulement. Le signe du tiroir direct était positif.

Il présentait une rupture totale du LCA gauche, avec une lésion méniscale associée de type anse de sceau. Celle-ci a été traitée par une méniscectomie partielle. Un ligament STIF™ 30-15 L a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent, malgré une suppression d'appui le soir même. Le chien a été revu 5 jours après l'intervention en raison d'un arrachement de quelques points de suture, suite à la perte de sa collerette. Aucune complication liée à cet épisode n'a été observée. L'appui a été jugé très satisfaisant lors du contrôle à 15 jours, avec persistance d'une légère boiterie à la marche et une suppression d'appui au trot. Cette dernière n'était plus présente au contrôle à 1 mois. Lors de la consultation vaccinale à 10 mois postopératoire, aucune boiterie n'était présente et le montage était stable.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 1 an et 8 mois après l'intervention chirurgicale, la propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Elle explique que la reprise d'appui systématique a été relativement longue (15 jours), cependant sans douleur associée. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 15 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 1 mois. Aucune boiterie n'était alors visible.

8. Cas n°8

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°8 est une chienne croisée stérilisée de 8 ans ½, pesant 29 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante avec suppression d'appui intermittent était présente, évoluant depuis quelques jours seulement. Le signe du tiroir direct était positif.

Il présentait une rupture totale du LCA gauche, sans lésion méniscale associée, mais avec une arthrose prononcée. Un ligament STIF™ 44-17 L a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent en postopératoire, malgré une suppression d'appui le soir même. L'appui a été jugé satisfaisant lors du contrôle à 15 jours, avec persistance d'une boiterie à la marche. Cette dernière était très discrète au contrôle à 1 mois. Lors de la consultation vaccinale à 3 mois postopératoire, aucune boiterie n'était présente et le montage était stable.

Malheureusement, la chienne a été euthanasiée 1 an après l'intervention pour raison médicale sans lien avec son affection orthopédique.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 1 an et 5 mois après l'intervention chirurgicale (animal décédé depuis 5 mois), le propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Il explique que la reprise d'appui a été très rapide (le lendemain), sans douleur associée et de bonne qualité. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 7 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 2 mois. Aucune boiterie n'était alors visible.

9. Cas n°9

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°9 est une chienne Labrador non stérilisée de 4 ans ½, pesant 32 kg au moment de la chirurgie. Celle-ci avait présenté une rupture du LCA controlatéral 1 an auparavant, qui avait été traité chirurgicalement par une technique de Flo modifiée. Avant la rupture de son second LCA la chienne ne présentait plus de boiterie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante sans suppression d'appui était présente, évoluant depuis quelques jours seulement. Le signe du tiroir direct était positif.

Elle présentait une rupture totale du LCA droit, sans lésion méniscale associée. Un ligament STIF™ 44-17 R a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent en postopératoire, avec une reprise d'appui le soir même. Une boiterie modérée était présente lors du contrôle à 15 jours, à froid comme à chaud. Le contrôle à 1 mois révélait une boiterie présente à chaud uniquement, après quelques minutes d'exercice. La chienne a été revue 6 mois après pour sa consultation vaccinale et ne présentait plus de boiterie. Elle a ensuite été revue à 1 an après son intervention, lors du suivi postopératoire d'une autre chienne de la propriétaire, elle aussi opérée par la technique STIF™ et incluse dans notre étude (cas n°11). Le montage était stable et la chienne ne présentait plus de boiterie, même après un exercice prolongé.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 1 an et 3 mois après l'intervention chirurgicale, la propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Elle explique que la reprise d'appui a été rapide (2 jours), sans douleur associée et de très bonne qualité. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 21 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 2 mois (vie en extérieur et promenades d'environ 30 minutes). Aucune boiterie n'était alors visible.

10. Cas n°10

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°10 est une chienne croisée Berger Allemand non stérilisée de 7 ans, pesant 34 kg au moment de la chirurgie et présentant une surcharge pondérale. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante avec suppression d'appui intermittent était présente, évoluant depuis quelques jours seulement. Le signe du tiroir direct était positif.

Elle présentait une rupture totale du LCA gauche, sans lésion méniscale associée. Un ligament STIF™ 44-17 L a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent en postopératoire immédiat, avec une reprise d'appui (très superficielle cependant) dès le soir même. Une boiterie permanente mais discrète était présente lors du contrôle à 15 jours. Le contrôle à 1 mois révélait une persistance de la boiterie, avec cependant une légère amélioration. Le chien a été revu en consultation vaccinale 5 mois après et ne présentait alors plus de boiterie à l'examen orthopédique.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 11 mois après l'intervention chirurgicale, le propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Il explique que la reprise d'appui a été très rapide (le lendemain), sans douleur associée et de bonne qualité. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 15 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 3 mois. Aucune boiterie n'était alors visible.

11. Cas n°11

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°11 est une chienne Mastiff anglais stérilisée de 3 ans, pesant 81 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante avec suppression d'appui intermittent était présente, évoluant depuis quelques jours seulement. Les signes du tiroir direct et indirect étaient douteux. Une échographie diagnostique du grasset a été réalisée par un vétérinaire référent itinérant (Centre d'imagerie Azurvet). La chienne a alors été opérée, une dizaine de jours après les premiers signes de boiterie.

Elle présentait une rupture totale du LCA gauche, avec une lésion méniscale associée, de type radiale. Une suture du ménisque a été réalisée. De plus, étant donné le format de la chienne, une modification de la technique chirurgicale a été réalisée : la vis d'interférence fémorale a été implantée perpendiculairement au fut, à la manière des vis d'interférence tibiales. Un ligament STIF™ 60-19 L a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent en postopératoire immédiat, malgré une suppression d'appui le soir même. Une boiterie importante sans suppression d'appui était présente le lendemain. Une boiterie modérée associée à une inflammation du grasset était présente lors du contrôle à 15 jours, et a nécessité un traitement anti-inflammatoire en une

injection unique (Méthylprednisolone 1 mg/kg). Le contrôle à 1 mois révélait la persistance d'une discrète boiterie, avec une nette amélioration de l'inflammation du grasset.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 3 mois après l'intervention chirurgicale, la propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Elle explique que la reprise d'appui a été très rapide (le lendemain), sans douleur associée et de bonne qualité. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 21 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 3 mois (promenades de 10 minutes). Aucune boiterie n'était alors visible.

12. Cas n°12

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°12 est une chienne Boxer stérilisée de 5 ans, pesant 33 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante avec suppression d'appui intermittent était présente, évoluant depuis quelques jours seulement. Le signe du tiroir direct était positif.

Elle présentait une rupture totale du LCA gauche, sans lésion méniscale associée. Un ligament STIF™ 44-17 L a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré bon en postopératoire immédiat, avec une reprise d'appui intermittente dès le soir même. Une boiterie très discrète était présente lors du contrôle à 15 jours. Un contrôle a été réalisé à la demande de la propriétaire à 21 jours pour reprise de boiterie. Une inflammation articulaire a été diagnostiquée et la chienne a été placée sous traitement anti-inflammatoire en une injection unique (Méthylprednisolone 1 mg/kg) Le contrôle à 1 mois révélait une boiterie persistante à l'examen orthopédique, ainsi qu'une persistance de l'inflammation. La chienne a alors été placée sous traitement AINS (Méloxicam 0,1 mg/kg pendant 15 jours). Le contrôle clinique à l'issue de ce traitement ne révélait plus d'anomalie.

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 2 mois après l'intervention chirurgicale, la propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Elle explique que la reprise d'appui a été extrêmement précoce (le jour même), et de bonne qualité. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 15 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 2 mois, malgré l'épisode d'inflammation articulaire.

B. École Vétérinaire de Lyon

1. Cas n°13

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°13 est un Rottweiler mâle castré de 7 ans ½, pesant 45 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante avec suppression d'appui intermittent était présente, évoluant depuis quelques jours seulement. Le signe du tiroir direct était positif. Une arthrose des coudes était également présente.

Il présentait une rupture totale du LCA gauche, sans lésion méniscale associée, mais avec une arthrose prononcée. La pose de l'implant s'est avérée satisfaisante, avec une absence de tiroir direct et indirect à l'issue de la chirurgie. Un ligament STIF™ 44-17 L a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré bon en postopératoire immédiat, avec une reprise d'appui (très superficielle cependant) dès le soir même, et correcte le lendemain (la boiterie restant prononcée). Une infection de plaie s'est manifestée au 5^{ème} jour postopératoire, en probable lien avec un léchage de plaie. La réalisation d'un antibiogramme a permis la mise en évidence d'une souche de *Serratia Marcescens* résistante à la Céfalexine. Le traitement a donc été modifié par un ajout de Marbofloxacin 2 mg/kg pendant 30 jours, ce qui a permis une résolution rapide des symptômes. Cette infection a influencé la reprise d'appui durant la dizaine de jours suivants. Malgré cela, la reprise d'appui a été progressive et satisfaisante durant les mois suivants, avec la persistance d'une légère boiterie.

Une augmentation du signe du tiroir direct à 3 mm a été mise en évidence à 15 jours, et à 1 cm 1 mois après la chirurgie, compatible avec un important glissement de l'implant ou une rupture de ce dernier (moins probablement). Malheureusement, la découverte d'un lymphome a nécessité son euthanasie 5 mois après la chirurgie.

❖ Analyse des résultats sur tapis de marche (cf. Annexe 2) :

Malgré la présence d'une infection de plaie relevée dans les jours suivant la chirurgie, la reprise de la fonction de marche a été convenable (Tableau 1) (Figure 40).

Tableau 1 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°13

Date	Récupération d'appui
Pré-op	86%
J+1	82%
J+15	85%
J+30	92%
J+60	95%

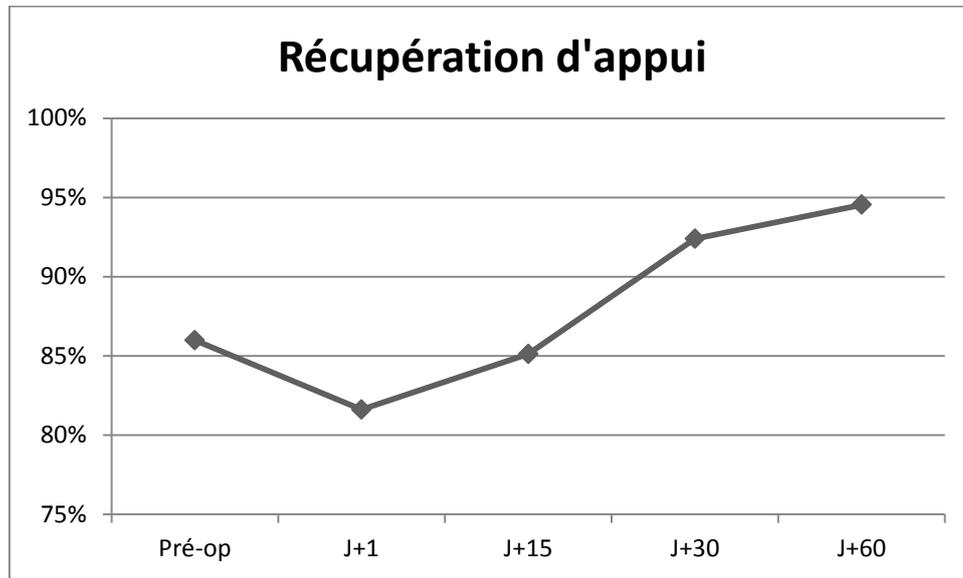


Figure 40 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°13

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 8 mois après l'intervention chirurgicale (animal décédé depuis 3 mois), la propriétaire qualifie le résultat de moyennement satisfaisant, du fait de la persistance de la boiterie. Cependant, celle-ci s'est améliorée, tout comme le confort de l'animal. Elle explique que malgré la reprise d'appui très rapide, le chien ne s'appuyait systématiquement sur son membre qu'au bout de 15 jours, l'infection de plaie entraînant un inconfort lors de la marche avant cette date. L'appui n'a pas été considéré comme satisfaisant par la propriétaire et le retour à un exercice identique n'a pas été permis.

2. Cas n°14

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°14 est un Dogue Argentin mâle entier de 10 ans, pesant 49 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie importante était présente, associée à une douleur à la palpation, une distension des culs de sac synoviaux, une amyotrophie, un claquement méniscal à la flexion. La boiterie évoluait depuis 3 mois et un essai thérapeutique avait été réalisé à l'aide d'AINS par le vétérinaire traitant, ce qui avait permis une amélioration transitoire de la boiterie. Le signe du tiroir direct était positif.

Il présentait une rupture totale du LCA droit, un retournement de la corne postérieure du ménisque médial, une arthrose marquée ainsi qu'un rétrécissement de l'espace inter condyloire (traité à l'ostéotome). La pose de l'implant s'est avérée satisfaisante, avec une absence de tiroir direct et indirect à l'issue de la chirurgie. Une méniscectomie de la corne postérieure du ménisque médial a été réalisée. Un ligament STIF™ 44-17 R a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent. Une suppression d'appui quasi permanente était cependant présente le soir et le lendemain matin de la chirurgie. La reprise d'appui était convenable dans l'après-midi et le surlendemain. Par la suite, la reprise d'appui a été rapide

et de bonne qualité avec une faible boiterie à 15 jours, et un quasi retour à la normale à 60 jours, avec persistance d'une légère gêne à chaud, qui a justifié l'administration d'AINS pendant 15 jours. Malheureusement, le suivi à 1 mois postopératoire n'a pu être réalisé. Lors du suivi à 2 mois, la persistance d'une légère boiterie à chaud a nécessité l'administration d'AINS (Méloxicam 0,1 mg/kg pendant 15 jours).

Une augmentation du signe du tiroir direct à 3 mm a été mise en évidence 15 jours après la chirurgie, et à 6 mm à 2 mois.

❖ Analyse des résultats sur tapis de marche (cf. Annexe 2) :

Comme précisé précédemment, le suivi à J+30 n'a pu être réalisé. Malgré cela, le suivi a permis de mettre en évidence une récupération postopératoire excellente (Tableau 2) (Figure 41).

Tableau 2 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°14

Date	Récupération d'appui
Pré-op	86%
J+1	90%
J+15	95%
J+60	100%

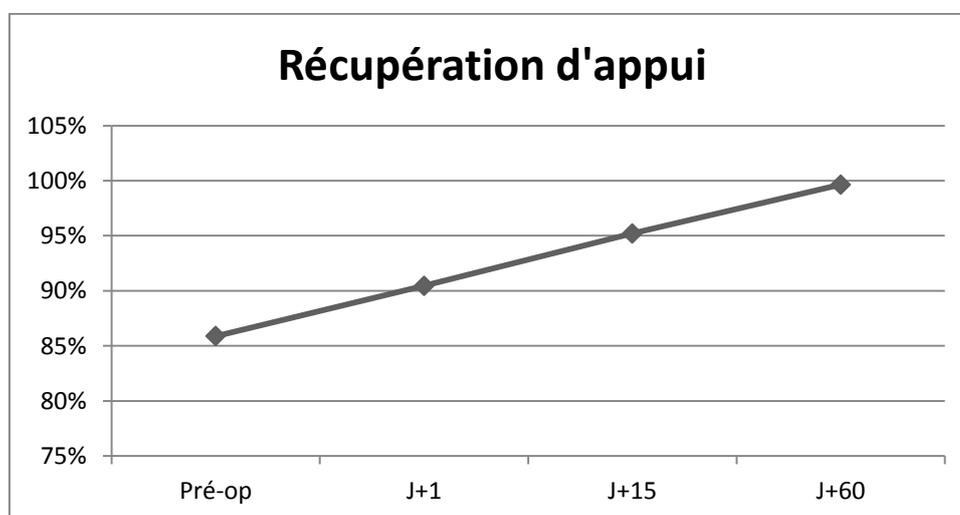


Figure 41 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°14

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 5 mois après l'intervention chirurgicale, la propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Elle explique que la reprise d'appui a été immédiate. Aucune douleur n'était présente. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 15 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 2 mois (vie en extérieur et promenades de 30 minutes). Aucune boiterie n'était alors visible.

3. Cas n°15

❖ Analyse du chirurgien :

Le cas n°15 est un Braque croisé Jack Russel mâle entier de 7 ans ½, pesant 17 kg au moment de la chirurgie. À l'examen clinique d'admission, une boiterie avec suppression d'appui était présente, associée à une douleur à la palpation, évoluant depuis la veille. Le signe du tiroir direct était positif.

Il présentait une rupture totale du LCA droit, sans atteinte méniscale associée et sans arthrose visible. La pose de l'implant s'est avérée satisfaisante, avec une absence de tiroir direct et indirect à l'issue de la chirurgie. Un ligament STIF™ 30-15 R a été implanté.

Le suivi clinique s'est avéré excellent. Une suppression d'appui permanente était cependant présente le soir, le lendemain et le surlendemain de la chirurgie. Par la suite, la reprise d'appui a été très rapide et de très bonne qualité avec une démarche quasi normale à 15 jours (mais avec suppression d'appui lors de marche rapide ou de trot). Cette suppression d'appui était ensuite rarement observée à 30 jours, et absente à 60 jours.

❖ Analyse des résultats sur tapis de marche (cf. Annexe 2) :

Comme observé lors des examens cliniques, malgré la suppression d'appui en postopératoire immédiat, le suivi a permis d'objectiver une excellente évolution de l'appui du membre opéré (Tableau 3) (Figure 42).

Tableau 3 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°15

Date	Récupération d'appui
Pré-op	0%
J+1	0%
J+15	97%
J+30	90%
J+60	95%

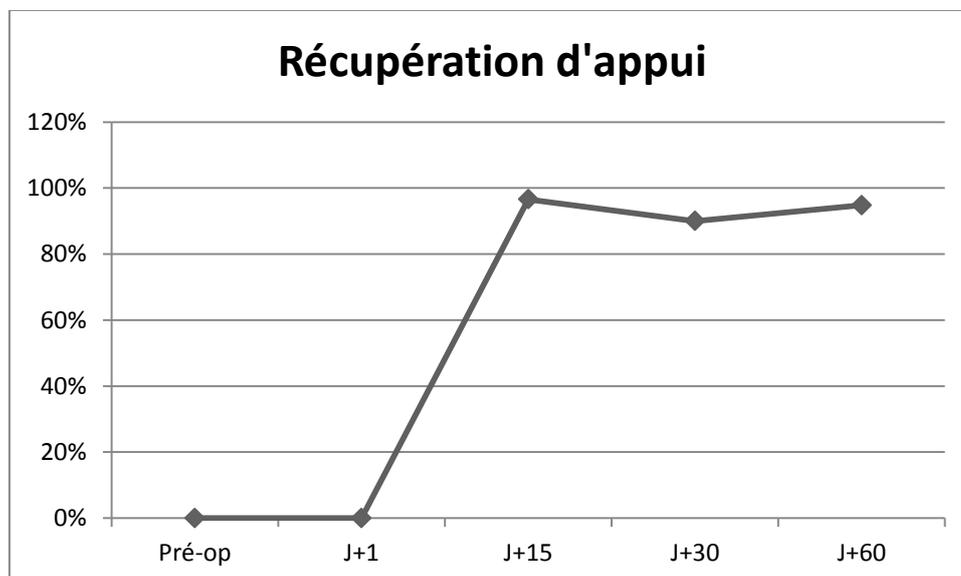


Figure 42 - Analyse fonctionnelle de la marche du sujet n°15

❖ Résultat du questionnaire client :

Dans le questionnaire adressé 4 mois après l'intervention chirurgicale, la propriétaire qualifie le résultat d'excellent. Elle explique que la reprise d'appui a été très rapide (3 jours) malgré une suppression d'appui intermittente persistant jusqu'au 21^{ème} jour. Aucune douleur n'était présente. L'appui a été jugé satisfaisant au bout de 15 jours et le retour à un exercice identique a été permis à 2 mois (promenade de 30 minutes). Aucune boiterie n'était alors visible.

C. Synthèse des résultats

1. Lésions ligamentaires

Douze des 15 cas présents dans notre étude (80 %) ont présenté une rupture totale du LCA et 3 cas ont présenté une rupture partielle. Aucun cas n'a présenté de lésion du LCP.

2. Lésions méniscales

L'ensemble des explorations méniscales a été réalisé par palpation à l'aide d'une sonde. Des lésions méniscales ont été diagnostiquées dans 6 cas (40 %). Trois lésions étaient de type anse de sceau, deux de type retournement de corne et une de type radiale. Elles ont concerné la corne postérieure du ménisque médial et ont été traitées par méniscectomie partielle, excepté pour la lésion radiale qui était présente sur la corne antérieure du ménisque médial et a été suturée.

3. Résultats cliniques

❖ Satisfaction générale :

Bien que relevée à chaque étape du suivi, l'opinion retenue dans nos résultats est l'évaluation générale du chirurgien concernant la reprise d'appui. Elle a été excellente dans 10 des 12 cas opérés à la Clinique Vétérinaire de la Cardelle (83,3 %), et dans 2 des 3 cas opérés à l'École Vétérinaire de Lyon (66,7 %). Cela représente donc au total 12 des 15 cas inclus dans notre étude (80 %). Les autres ont été évalués comme bons. Aucun cas n'a été évalué moyennement satisfaisant ou mauvais.

❖ Reprise d'appui :

D'une manière générale, la reprise d'appui en postopératoire immédiat a été très rapide. En particulier, à la Clinique Vétérinaire de la Cardelle, il a été noté que les chiens retrouvant un appui (parfois même franc) le soir même étaient relativement nombreux (8 cas sur 12).

❖ Qualité de l'appui lors du suivi :

La qualité de la reprise de la fonction locomotrice a été très bonne pour les sujets ne présentant pas de complications. La boiterie a généralement été qualifiée de faible voire intermittente au premier contrôle à 15 jours. Lors du contrôle à 1 mois, celle-ci était généralement absente ou faiblement présente à chaud, et n'a souvent pas nécessité la poursuite du traitement anti-inflammatoire.

4. Évaluation des propriétaires

❖ Durée de la période de suivi :

Afin d'obtenir un suivi sur une durée maximale, nous avons réalisé l'enquête par questionnaire le plus tardivement possible. Cette durée moyenne est de 1 an et 2 mois (écart-type de 8 mois et 21 jours).

❖ Satisfaction générale :

L'évaluation des propriétaires a été tout aussi positive que l'opinion des chirurgiens, et en général en accord avec ces derniers. Deux cas ont présenté une différence entre la satisfaction du chirurgien et celle du client.

Le premier, concernant le cas n°4, fait état d'une satisfaction excellente de la part du client qui n'est pas retranscrite sur le questionnaire, car selon les critères employés dans le questionnaire, puisque le chien n'a pas retrouvé son activité antérieure, la satisfaction ne peut être que « bonne ». Cependant, 2 mois après l'intervention, le chien pouvait participer à des sorties de 8 - 10 km en suivant son maître à VTT, ce qui est plus qu'acceptable.

Le second concerne le cas n°13. Malgré les diverses complications présentes (infection de plaie et instabilité articulaire par glissement probable de l'implant), la récupération fonctionnelle a été relativement bonne d'après le suivi clinique et sur tapis de marche. Étant donné que le suivi n'a pu être permis que pendant 5 mois, des réserves sont cependant émises quant à l'évolution qui aurait pu advenir. De son point de vue, la propriétaire a pu apprécier une amélioration de la boiterie, mais rapporte que cette amélioration n'a été que relative et qu'une boiterie modérée a persisté, d'où la satisfaction moyenne.

❖ Reprise d'appui :

D'une manière générale, la reprise d'appui en postopératoire a été rapide. Cependant, il nous est possible de remarquer que les 2 sujets inclus dans l'étude pesant moins de 20 kg ont présenté une suppression d'appui persistante. Au terme de celle-ci, l'appui était immédiatement de très bonne qualité. Il semblerait donc que, chez les chiens de petit format, une suppression d'appui puisse apparaître en postopératoire, et que celle-ci serait comportementale, permise par leur facilité à se déplacer en n'utilisant que 3 membres, et non liée à une quelconque douleur. Cela a donc fortement influencé les résultats.

En considérant la totalité des chiens inclus dans notre étude, la reprise d'un appui sur le membre opéré a été présente en moyenne à 3,3 jours (écart-type de 6,1 jours). En ne s'intéressant qu'aux chiens de 20 kg et plus, la moyenne est de 1 jour (écart-type de 0,7 jour).

❖ Retour à un appui satisfaisant :

Le retour à un appui satisfaisant, a été lui aussi relativement rapide, puisque atteint au bout de 13,6 jours (écart-type de 5,29 jours).

❖ Guérison complète :

La guérison complète des sujets a été atteinte en moyenne au bout de 2 mois (63,9 jours, écart-type de 28 jours).

Il faut remarquer que 2 sujets n'ont pas atteint cette guérison complète. Le premier (cas n°4) a cependant présenté une excellente convalescence, lui permettant de suivre son maître à VTT sur 8 à 10 km après une période de 2 mois. Le second (cas n°13) a présenté une boiterie persistante probablement associée à l'augmentation de la laxité articulaire. Celle-ci était permanente. Ces 2 sujets n'ont donc pas pu être inclus dans le résultat précédent.

❖ Choix de la chirurgie en cas d'autre rupture d'un LCA :

À la dernière question, concernant la possibilité de réaliser la même chirurgie en cas d'atteinte d'un autre LCA (sur le même animal ou un autre animal du propriétaire), les clients ont unanimement répondu qu'ils étaient prêts à opter pour la même intervention.

Au-delà de cette réponse positive, nous avons pu remarquer que le propriétaire du sujet n°1 a effectivement opté pour cette même chirurgie sur le second genou de son chien, et que la propriétaire du sujet n°9 a aussi opté pour cette intervention pour un autre de ses chiens (cas n°11), ce qui reflète le réel engouement des propriétaires pour la technique chirurgicale. Les raisons invoquées étaient la rapidité et la qualité de la récupération suivant la chirurgie.

5. Analyse de la marche sur tapis

Comme nous avons pu le voir, la corrélation entre les résultats de l'analyse de la marche sur tapis et l'évaluation par le clinicien semble relativement bonne pour quantifier la qualité de la reprise d'appui.

Cependant, cette évaluation ne présage pas de l'évolution après un effort (proscrit par le programme de rééducation en début de convalescence), car pour obtenir des conditions de mesures homogènes les captures sur tapis de marche ont toutes été réalisées à froid, et cela quelle que soit la date de la mesure.

Nos conditions expérimentales ont donc permis à cet outil de retranscrire l'intensité de la boiterie dans les conditions de la consultation vétérinaire, sans effort demandé au chien.

6. Nature des complications

Parmi les 15 cas présents dans notre étude, 6 complications mineures ont été relevées chez 5 chiens :

- Une infection de plaie a pu être traitée médicalement (Marbofloxacin 2 mg/kg pendant 1 mois) (cas n°13).
- Deux inflammations articulaires ont été diagnostiquées et ont aussi répondu favorablement à l'administration d'anti-inflammatoires (cas n°11 et n12).
- Deux laxités postopératoires diagnostiquées au cours du contrôle à 1 mois ont été rapportées, entraînant la persistance d'une boiterie modérée pour l'une (cas n°13) et sans influence notable sur l'évolution clinique pour la seconde (cas n°14).
- Une infection intra-articulaire a été diagnostiquée 10 jours après l'intervention, a été traitée médicalement (Clindamycine 11 mg/kg pendant 1 mois) et n'a pas nécessité de ré-intervention par la suite (cas n°4).

Aucune complication majeure n'a été observée (en particulier de rupture d'implant).

IV. Discussion

A. Limites de l'étude

1. Recrutement des sujets

Étant donné la faible incidence de ruptures du LCA dans la clientèle de la Clinique Vétérinaire de la Cardelle, tous les cas présentés avec une rupture du LCA et dont les propriétaires ont donné leur consentement éclairé ont été opérés avec cette technique. De ce fait, aucune sélection particulière n'a pu être réalisée (race, poids...), rendant impossible une utilisation statistique des données recueillies. Cependant, cette hétérogénéité dans le recrutement nous a permis d'étudier la faisabilité de la technique dans une vaste échelle de gabarits de chiens (de 14 kg à 81 kg).

2. Méthode de suivi

Malgré la complaisance des propriétaires quant au suivi clinique de leur animal, il nous a été impossible de standardiser parfaitement ce suivi. En effet, la majeure partie des cas opérés a été suivie de manière rétrospective (8 cas sur 15). Entre autres, la durée séparant la chirurgie et la date de réalisation du questionnaire client a varié.

Aussi, le plateau à capteurs de pression n'a malheureusement pu être utilisé à la Clinique Vétérinaire de la Cardelle, même pour les sujets suivis de manière prospective, pour des raisons de disponibilité du matériel. Cela aurait permis une meilleure objectivation des observations réalisées par le chirurgien.

Enfin, le sujet n°14 n'a pu être réévalué 30 jours après son intervention chirurgicale, ce qui, malgré la bonne évolution clinique n'a pas permis de suivre correctement l'augmentation du tiroir direct.

3. Instabilité postopératoire

Sur deux sujets de grand format (sujet n°13 (45 kg) et sujet n°14 (49 kg)), une instabilité de plusieurs millimètres a été observée dans les premiers mois suivant l'intervention (10 mm et 6 mm respectivement). L'origine suspectée est un glissement sans rupture de l'implant à hauteur du tunnel osseux fémoral. De ce fait, l'intervention sur le sujet n°11 (81 kg) a été réalisée en forant un tunnel fémoral lui aussi perpendiculaire au grand axe du fémur, et aucune instabilité n'a été observée par la suite. Il est aussi possible que l'implantation d'un ligament 60 fibres soit nécessaire sur les chiens d'un tel gabarit, dès lors que la configuration du grasset le permet (principalement la taille).

Une instabilité postopératoire a aussi été mise en évidence dans une étude clinique regroupant 5 sujets. Cette instabilité était plus modérée (2 à 3 mm) et ne semblait pas influencer la récupération postopératoire (Ollier, 2011).

De ce fait, une étude *in vivo* de la stabilité postopératoire serait idéale pour quantifier cette dernière lors de la marche, car notre étude ne contient pas assez de cas de chiens de grand format pour prétendre avec certitude que ce glissement est bien dû au gabarit de l'animal.

B. Évolution future de l'implant

Bien que les résultats à court et moyen terme soient prometteurs, d'autres études, à moyen mais surtout à long terme, seront nécessaires, en s'intéressant particulièrement à la qualité de la repousse ligamentaire dans l'implant.

Les avancées technologiques ont permis dans un premier temps d'améliorer la biocompatibilité et la résistance mécanique à l'usure, cela présageant d'un comportement stable sur le long terme.

Dans un second temps, pour tenter d'atteindre au mieux le but ultime du ligament, à savoir un rôle de tuteur permettant la repousse fibroblastique puis la différenciation ligamentaire en son sein pour permettre au final une symbiose entre l'implant et le néo-ligament, des études ont été menées.

Parmi ces études, nous pouvons retenir les suivantes :

- Pavon 2007 : La repousse fibroblastique est plus organisée, homogène et l'adhésion au ligament est plus importante (mise en évidence par centrifugation), sur les ligaments greffés de Polystyrène Sulfonate de Sodium (PolyNaSS) (Pavon-Djavid, Gamble *et al.*, 2007).
- Viateau 2011 : La repousse *in vivo* chez la brebis (LCA réséqué chirurgicalement) est améliorée, ainsi que la synthèse de collagène I au sein de ces mêmes ligaments (Viateau, Zhou *et al.*, 2011).

Le composé utilisé, le Polystyrène sulfonate de sodium (PolyNaSS), est déposé en surface en fin de processus de fabrication, et permet donc dans les sujets étudiés (rupture chirurgicale) d'améliorer la vitesse et la qualité de la repousse ligamentaire.

Cependant, il faut se rappeler que la pathogénie principale de la rupture du LCA chez le chien est le processus dégénératif, présentant lors de la rupture un nombre réduit de fibroblastes à l'endroit de la rupture ainsi qu'une modification de leur aspect, bien qu'ils restent viables (Hayashi, Frank *et al.*, 2003). Il serait donc nécessaire d'évaluer cette même qualité de repousse chez des sujets présentant ce type de rupture (et non une résection chirurgicale). En effet, en médecine humaine, où la pathogénie est principalement traumatique, la repousse ligamentaire est améliorée par la présence au site de rupture de cellules souches (Mifune, Matsumoto *et al.*, 2012).

Il serait donc primordial de cerner l'importance de la pathogénie de la rupture sur la qualité de la repousse ligamentaire, ce paramètre étant l'un des principaux objectifs de la technique chirurgicale.

C. Evolution future de la technique

Concernant la technique chirurgicale, nous pouvons remarquer que 2 points peuvent encore être améliorés pour obtenir de meilleurs résultats.

Tout d'abord, le temps chirurgical critique est la formation des tunnels osseux. En effet, actuellement, le positionnement des abouchements intra-articulaires est clairement décrit mais est techniquement difficile à réaliser. En effet, l'insertion caudale du LCA sur le fémur rend l'abord intra-articulaire compliqué. Il en résulte une possibilité d'implantation trop crâniale de l'implant. De ce fait, les forces appliquées à l'implant seront inadaptées, pouvant résulter en une rupture précoce du dispositif, comme cela a été observé en médecine humaine (Laboureau and Cazenave, 1991; Laboureau and Marnat-Perrichet, 1997).

Pour pallier cela, il serait intéressant de pouvoir réaliser le forage par un abord extra-articulaire, et donc d'utiliser un guide permettant de pointer le lieu d'insertion intra-articulaire du LCA.

Un tel guide a été développé récemment pour réaliser le tunnel tibial (Winkels, Werner *et al.*, 2010). Pour réaliser le forage, l'insertion du LCA n'est pas directement utilisée (car difficilement visualisable). Les repères anatomiques sont les suivants : l'insertion du ligament ménisco-tibial caudal du ménisque médial pour le positionnement de la griffe du guide, le bord médial du ligament patellaire pour l'ajustement dans le plan sagittal, et la mesure de la largeur du tibia sur une radiographie de profil. L'avantage de ces repères anatomiques est d'être aisément visualisables lors d'une exploration arthroscopique du grasset.

Un guide équivalent pour la formation du tunnel osseux fémoral permettrait une meilleure standardisation de la technique chirurgicale, et par conséquent une meilleure qualité technique, une fois associé au guide tibial.

De plus, le but ultime de la technique chirurgicale utilisant le ligament STIF™ étant de restaurer la physiologie du grasset, une intervention la plus atraumatique possible est nécessaire. Pour cela, l'idéal serait de réaliser la chirurgie entièrement sous arthroscopie, comme cela est décrit et réalisé chez l'homme (Huang, Wang *et al.*, 2010). Cela sera possible lorsque les guides tibial et fémoral seront développés, et nécessitera la réalisation d'une étude permettant de décrire un protocole adéquat.

CONCLUSION

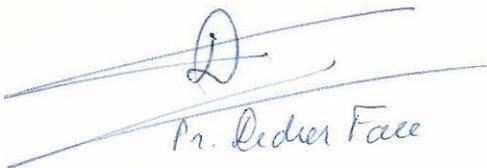
Au cours de notre étude clinique, 15 sujets atteints de lésion du LCA ont été traités par l'implantation d'un ligament STIF™. Les cas présentés nous ont permis de vérifier la faisabilité de cette technique pour des formats variés (de 14 kg à 81 kg) et d'apprécier la reprise d'appui à court et moyen terme.

Les résultats fonctionnels ont été excellents dans 80 % des cas (12/15 cas) et bons dans 20 % des cas (3/15 cas), aucun cas n'ayant été qualifié de moyennement satisfaisant ou mauvais. De plus, la rapidité et la qualité de la reprise d'appui ont été des facteurs souvent appréciés par les chirurgiens et les propriétaires. Enfin, aucune complication majeure n'a été observée (rupture de l'implant en particulier).

Malgré ces résultats très prometteurs, quelques adaptations relatives à la technique de pose de l'implant semblent nécessaires. Tout d'abord sa fixation semble être de meilleure qualité lorsque les vis d'interférence sont placées orthogonalement à l'axe de l'implant (en particulier chez les chiens de poids supérieur à 40 kg, chez qui un glissement notable de l'implant a été noté lorsque cette angulation a été réalisée uniquement côté tibia). Aussi, la difficulté à positionner les tunnels osseux (et en particulier le tunnel fémoral), nécessiterait l'élaboration d'un outil guide pour standardiser la pose de l'implant, réduire le temps opératoire, tout en permettant d'intervenir sous arthroscopie exclusivement, limitant ainsi la morbidité de l'intervention et permettant d'améliorer encore les résultats en postopératoire immédiat.

Thèse de M. Geoffrey PAGÈS

**Le Professeur responsable
VetAgro Sup campus vétérinaire**

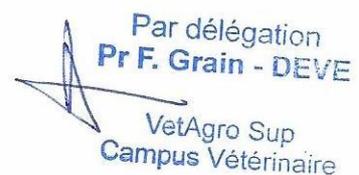


Mr. Didier Face

Le Président de la thèse



**Le Directeur général
VetAgro Sup**



Par délégation
Pr F. Grain - DEVE
VetAgro Sup
Campus Vétérinaire

Vu et permis d'imprimer

Lyon, le **26 JUIN 2013**

Pour le Président de l'Université,
Le Président du Comité de Coordination des Études Médicales,
Professeur F.N GILLY



UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD
LYON

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Anderson CC, Tomlinson JL, Daly WR, Carson WL, et al.** (1998). "Biomechanical evaluation of a crimp clamp system for loop fixation of monofilament nylon leader material used for stabilization of the canine stifle joint." Vet Surg **27**(6): 533-539.
2. **Aragon CL and Budsberg SC** (2005). "Applications of evidence-based medicine: cranial cruciate ligament injury repair in the dog." Vet Surg **34**(2): 93-98.
3. **Arcand MA, Rhalmi S and Rivard CH** (2000). "Quantification of mechanoreceptors in the canine anterior cruciate ligament." Int Orthop **24**(5): 272-275.
4. **Arnault F, Cauvin E, Viguier E, Kraft E, et al.** (2009). "Diagnostic value of ultrasonography to assess stifle lesions in dogs after cranial cruciate ligament rupture: 13 cases." Vet Comp Orthop Traumatol **22**(6): 479-485.
5. **Arnoczky S, Travin G, Marshall J and Saltzman B** (1979). "The over the top procedure, a technique for anterior cruciate ligament substitution in the dog." J Am Anim Hosp Assoc **15**.
6. **Baird DK, Hathcock JT, Kincaid SA, Rumph PF, et al.** (1998). "Low-field magnetic resonance imaging of early subchondral cyst-like lesions in induced cranial cruciate ligament deficient dogs." Vet Radiol Ultrasound **39**(3): 167-173.
7. **Bergh MS and Peirone B** (2012). "Complications of tibial plateau levelling osteotomy in dogs." Vet Comp Orthop Traumatol **25**(5): 349-358.
8. **Blond L, Thrall DE, Roe SC, Chailleux N, et al.** (2008). "Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging for meniscal tears in dogs affected with naturally occurring cranial cruciate ligament rupture." Vet Radiol Ultrasound **49**(5): 425-431.
9. **Bottcher P, Rey J and Schmidt M** (2013). "Kinematics of the Cruciate Deficient Stifle." BVOA Spring Congress, Birmingham, UK. 8-11
10. **Boudrieau RJ** (2005). "Tibial tuberosity advancement (TTA) : clinical results." Proceedings of the 15th Annual American College of Veterinary Surgeons Symposium, San Diego, CA, USA. 443-445
11. **Breshears LA, Cook JL, Stoker AM and Fox DB** (2010). "Detection and evaluation of matrix metalloproteinases involved in cruciate ligament disease in dogs using multiplex bead technology." Vet Surg **39**(3): 306-314.
12. **Bruce WJ, Rose A, Tuke J and Robins GM** (2007). "Evaluation of the triple tibial osteotomy. A new technique for the management of the canine cruciate-deficient stifle." Vet Comp Orthop Traumatol **20**(3): 159-168.
13. **Buote N, Fusco J and Radasch R** (2009). "Age, tibial plateau angle, sex, and weight as risk factors for contralateral rupture of the cranial cruciate ligament in Labradors." Vet Surg **38**(4): 481-489.

14. **Carobbi B and Ness MG** (2009). "Preliminary study evaluating tests used to diagnose canine cranial cruciate ligament failure." J Small Anim Pract **50**(5): 224-226.
15. **Charton Ricard F** (1989). "Classification of Plastic Material." Chasse sur Rhône (FRANCE), BIOMATECH: 5.
16. **Chatelain E** (1991). "Arthrologie et Myologie du membre pelvien." Laboratoire d'Anatomie de l'ENVL. 15
17. **Christopher SA, Beetem J and Cook JL** (2013). "Comparison of Long-Term Outcomes Associated With Three Surgical Techniques for Treatment of Cranial Cruciate Ligament Disease in Dogs." Vet Surg.
18. **Comerford EJ, Smith K and Hayashi K** (2011). "Update on the aetiopathogenesis of canine cranial cruciate ligament disease." Vet Comp Orthop Traumatol **24**(2): 91-98.
19. **Conzemius MG, Evans RB, Besancon MF, Gordon WJ, et al.** (2005). "Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs." J Am Vet Med Assoc **226**(2): 232-236.
20. **Cook JL** (2010). "Cranial cruciate ligament disease in dogs: biology versus biomechanics." Vet Surg **39**(3): 270-277.
21. **Cook JL, Luther J, Beetem J, Karnes J, et al.** (2010). "Clinical comparison of a novel extracapsular stabilization procedure and tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament deficiency in dogs." Vet Surg **39**: 315-323.
22. **de Rooster H, de Bruin T and van Bree H** (2006). "Morphologic and functional features of the canine cruciate ligaments." Vet Surg **35**(8): 769-780.
23. **DeAngelis M and Lau R** (1970). "A lateral retinacular imbrication technique for the surgical correction of anterior cruciate ligament rupture in the dog." J Am Vet Med Assoc: 79-84.
24. **Doom M, de Bruin T, de Rooster H, van Bree H, et al.** (2008). "Immunopathological mechanisms in dogs with rupture of the cranial cruciate ligament." Vet Immunol Immunopathol **125**(1-2): 143-161.
25. **Duerr FM, Duncan CG, Savicky RS, Park RD, et al.** (2007). "Risk factors for excessive tibial plateau angle in large-breed dogs with cranial cruciate ligament disease." J Am Vet Med Assoc **231**(11): 1688-1691.
26. **Dupuis J and Harari J** (1993). "Cruciate ligament and meniscal injuries in dogs." Compendium of Continuing Education for the Practicing Veterinarian **15**: 215-232.
27. **Egenvall A, Hedhammar A, Bonnett BN and Olson P** (1999). "Survey of the Swedish dog population: age, gender, breed, location and enrollment in animal insurance." Acta Vet Scand **40**(3): 231-240.

28. **Ertelt J and Fehr M** (2009). "Cranial cruciate ligament repair in dogs with and without meniscal lesions treated by different minimally invasive methods." Vet Comp Orthop Traumatol **22**(1): 21-26.
29. **Etchepareborde S, Brunel L, Bollen G and Balligand M** (2011). "Preliminary experience of a modified Maquet technique for repair of cranial cruciate ligament rupture in dogs." Vet Comp Orthop Traumatol **24**(3): 223-227.
30. **Fischer C, Cherres M, Grevel V, Oechtering G, et al.** (2010). "Effects of attachment sites and joint angle at the time of lateral suture fixation on tension in the suture for stabilization of the cranial cruciate ligament deficient stifle in dogs." Vet Surg **39**(3): 334-342.
31. **Flo G** (1975). "Modification of the lateral retinacular imbrication technique for stabilizing cruciate ligament injuries." J Am Anim Hosp Assoc **11**: 570-576.
32. **Forterre S, Zurbriggen A and Spreng D** (2011). "In vitro effect of different mediators of apoptosis on canine cranial and caudal cruciate ligament fibroblasts and its reversibility by pancaspase inhibitor zVAD.fmk." Vet Immunol Immunopathol **139**(2-4): 264-270.
33. **Gallagher AD and Mertens WD** (2012). "Implant removal rate from infection after tibial plateau leveling osteotomy in dogs." Vet Surg **41**(6): 705-711.
34. **Giacomozzi C** (2010). "Appropriateness of plantar pressure measurement devices: a comparative technical assessment." Gait Posture **32**(1): 141-144.
35. **Gnudi G and Bertoni G** (2001). "Echographic examination of the stifle joint affected by cranial cruciate ligament rupture in the dog." Vet Radiol Ultrasound **42**(3): 266-270.
36. **Grierson J, Asher L and Grainger K** (2011). "An investigation into risk factors for bilateral canine cruciate ligament rupture." Vet Comp Orthop Traumatol **24**(3): 192-196.
37. **Guthrie JW, Keeley BJ, Maddock E, Bright SR, et al.** (2012). "Effect of signalment on the presentation of canine patients suffering from cranial cruciate ligament disease." J Small Anim Pract **53**(5): 273-277.
38. **Han S, Cheon H, Cho H, Kim J, et al.** (2008). "Evaluation of partial cranial cruciate ligament rupture with positive contrast computed tomographic arthrography in dogs." J Vet Sci **9**(4): 395-400.
39. **Hayashi K, Bhandal J, Kim SY, Rodriguez CO, et al.** (2011). "Immunohistochemical and histomorphometric evaluation of vascular distribution in intact canine cranial cruciate ligament." Vet Surg **40**(2): 192-197.
40. **Hayashi K, Frank JD, Hao Z, Schamberger GM, et al.** (2003). "Evaluation of ligament fibroblast viability in ruptured cranial cruciate ligament of dogs." Am J Vet Res **64**(8): 1010-1016.

41. **Huang JM, Wang Q, Shen F, Wang ZM, et al.** (2010). "Cruciate ligament reconstruction using LARS artificial ligament under arthroscopy: 81 cases report." Chin Med J (Engl) **123**(2): 160-164.
42. **Hunault** (1997). "comparative study of the fatigue behaviour of artificial knee ligaments according their structure." SERCOVAM: 8.
43. **Innes JF and Barr AR** (1998). "Can owners assess outcome following treatment of canine cruciate ligament deficiency?" J Small Anim Pract **39**(8): 373-378.
44. **Jenkins DH, Forster IW, McKibbin B and Ralis ZA** (1977). "Induction of tendon and ligament formation by carbon implants." J Bone Joint Surg Br **59**(1): 53-57.
45. **Jerre S** (2009). "Rehabilitation after extra-articular stabilisation of cranial cruciate ligament rupture in dogs." Vet Comp Orthop Traumatol **22**(2): 148-152.
46. **Johnson AL and Dunning D** (2005). "Cranial Cruciate Repair with a Lateral Fabellar Suture." In: Atlas of Orthopedic Surgical Procedures of the Dog and Cat. St. Louis, Elsevier Saunders: 247.
47. **Johnson K, Lanz O, Elder S, McLaughlin R, et al.** (2011). "The effect of stifle angle on cranial tibial translation following tibial plateau leveling osteotomy: an in vitro experimental analysis." Can Vet J **52**(9): 961-966.
48. **Khan KM and Scott A** (2009). "Mechanotherapy: how physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair." Br J Sports Med **43**(4): 247-252.
49. **Kim SE, Lewis DD and Pozzi A** (2012). "Effect of tibial plateau leveling osteotomy on femorotibial subluxation: in vivo analysis during standing." Vet Surg **41**(4): 465-470.
50. **Kim SE, Pozzi A, Kowaleski MP and Lewis DD** (2008). "Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs." Vet Surg **37**(2): 111-125.
51. **Klein W and Jensen KU** (1992). "Synovitis and artificial ligaments." Arthroscopy **8**(1): 116-124.
52. **Kobayashi S, Baba H, Uchida K, Negoro K, et al.** (2006). "Microvascular system of anterior cruciate ligament in dogs." J Orthop Res **24**(7): 1509-1520.
53. **Krayer M, Rytz U, Oevermann A, Doherr MG, et al.** (2008). "Apoptosis of ligamentous cells of the cranial cruciate ligament from stable stifle joints of dogs with partial cranial cruciate ligament rupture." Am J Vet Res **69**(5): 625-630.
54. **Laboureau JP** (1997). "The use of the free fibers LARS ligament in acute anterior cruciate ligament repairs." 1er Symposium International de Biomateriaux Avancés (SIBA). Montréal, Canada.
55. **Laboureau JP** (2005). "The Concept of Soft Tissues Internal Fixation." South West Orthopaedic Club annual meeting. Weston, UK.

56. **Laboureau JP and Cazenave A** (1991). "[Recent ruptures of the anterior cruciate ligament. Suture technique on a reinforcement ligament. Results of a 5 years' experience]." Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot **77**(2): 92-102.
57. **Laboureau JP and Marnat-Perrichet F** (1997). "Isometric Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament: Femoral and Tibial Tunnel Placement." In: Ligaments and Ligamentoplasties L.H. Yahia, Springer Berlin Heidelberg: 209-225.
58. **LARS™**. (2012). "LARS - Patients Stories." Consulté le 13 mars 2013, http://www.coringroup.com/lars_ligaments/patientscaregivers/patient_stories/.
59. **Leduc S, Yahia L, Boudreault F, Fernandes JC, et al.** (1999). "[Mechanical evaluation of a ligament fixation system for ACL reconstruction at the tibia in a canine cadaver model]." Ann Chir **53**(8): 735-741.
60. **Legnani C, Ventura A, Terzaghi C, Borgo E, et al.** (2010). "Anterior cruciate ligament reconstruction with synthetic grafts. A review of literature." Int Orthop **34**(4): 465-471.
61. **Leighton RL** (1999). "Preferred method of repair of cranial cruciate ligament rupture in dogs: a survey of ACVS diplomates specializing in canine orthopedics. American College of Veterinary Surgery." Vet Surg **28**(3): 194.
62. **Lesić A, Durđević D, Tatić V and Ukropina D** (1995). "Histopathological evaluation of the carbon fibers application for the substitution of the anterior cruciate ligament--an experimental study on dogs." Vojnosanit Pregl **52**(3): 215-220.
63. **Machotka Z, Scarborough I, Duncan W, Kumar S, et al.** (2010). "Anterior cruciate ligament repair with LARS (ligament advanced reinforcement system): a systematic review." Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol **2**: 29.
64. **Manley PA** (2010). "Intra-articular Stabilization." In: Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament P. Muir. Ames, USA, Wiley: 192.
65. **McCartney WT, O'Connor JV and McCann WM** (2007). "Incidence of infection and premature crimp failure after repair of cranial cruciate ligament-deficient stifles in 110 dogs." Vet Rec **161**(7): 232-233.
66. **Michel A** (2010). "PMD Management at AMCube." Assessment of pressure measurement devices (PMDs) for their appropriate use in biomechanical research and in the clinical practice, Istituto Superiore di Sanità Rome, Italy
67. **Michel J** (1992). "Mechanical Resistance of the LARS Artificial Ligament." Textile Institute of France. **1**: 6.
68. **Mifune Y, Matsumoto T, Ota S, Nishimori M, et al.** (2012). "Therapeutic potential of anterior cruciate ligament-derived stem cells for anterior cruciate ligament reconstruction." Cell Transplant **21**(8): 1651-1665.

69. **Miyatsu M, Atsuta Y and Watakabe M** (1993). "The physiology of mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament. An experimental study in decerebrate-spinalised animals." J Bone Joint Surg Br **75**(4): 653-657.
70. **Moles AD, Hill TP and Glyde M** (2009). "Triple tibial osteotomy for treatment of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint. Surgical findings and postoperative complications in 97 stifles." Vet Comp Orthop Traumatol **22**(6): 473-478.
71. **Montavon PM, Damur DM and Tepic S** (2002). "Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate-deficient canine stifle." Proceedings of the 1st World Orthopaedic Veterinary Congress: 152.
72. **Moore KW and Read RA** (1996). "Rupture of the cranial cruciate ligament in dogs, Part I." Compendium of Continuing Education for the Practicing Veterinarian **18**: 223-233.
73. **Mostafa AA, Griffon DJ, Thomas MW and Constable PD** (2009). "Morphometric characteristics of the pelvic limbs of Labrador Retrievers with and without cranial cruciate ligament deficiency." Am J Vet Res **70**(4): 498-507.
74. **Muir P** (2010). "Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament." Ames, USA, Wiley
75. **Murray MM, Spindler KP, Ballard P, Welch TP, et al.** (2007). "Enhanced histologic repair in a central wound in the anterior cruciate ligament with a collagen-platelet-rich plasma scaffold." J Orthop Res **25**(8): 1007-1017.
76. **Nelson SA, Krotscheck U, Rawlinson J, Todhunter RJ, et al.** (2013). "Long-term functional outcome of tibial plateau leveling osteotomy versus extracapsular repair in a heterogeneous population of dogs." Vet Surg **42**(1): 38-50.
77. **Newman SD, Atkinson HD and Willis-Owen CA** (2013). "Anterior cruciate ligament reconstruction with the ligament augmentation and reconstruction system: a systematic review." Int Orthop **37**(2): 321-326.
78. **Nielen AL, Knol BW, van Hagen MA and van der Gaag I** (2003). "[Genetic and epidemiological investigation of a birth cohort of boxers]." Tijdschr Diergeneeskd **128**(19): 586-590.
79. **Ollier C** (2011). "Stabilisation intracapsulaire par un ligament artificiel bioactif pour le traitement de la rupture du ligament croisé antérieur chez le chien. Etude pilote." Maison-Alfort, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. **Thèse d'exercice Vétérinaire**: 101.
80. **OrthoMed™**. (2013). "OrthoFoam MMP Cruciate Repair System for TTA." Consulté le 12 avril 2013, <http://www.orthomed.co.uk/orthofoam-mmp-curuciate-repair-system/>.
81. **Paatsama S** (1952). "Ligament injuries of the canine stifle joint : A clinical and experimental study PhD Thesis, University of Helsinki."

82. **Pavon-Djavid G, Gamble L, Ciobanu M, Gueguen V, et al.** (2007). "Bioactive PET fibers and fabrics : Grafting, chemical characterization and biological assessment." Biomacromolecules **8**(11): 3317-3325.
83. **Pelletier JP, Troncy E, Bertaim T, Thibaud D, et al.** (2011). "Treatment with tiludronic acid helps reduce the development of experimental osteoarthritis lesions in dogs with anterior cruciate ligament transection followed by reconstructive surgery: a 1-year study with quantitative magnetic resonance imaging." J Rheumatol **38**(1): 118-128.
84. **Pozzi A** (2012). "Canine Meniscus Update." ACVS Symposium: 330-331.
85. **Pozzi A** (2013). "Contact Mechanis of the Cruciate Deficient Stifle." BVOA Spring Congress, Birmingham, UK. 7
86. **Pozzi A, Hildreth BE and Rajala-Schultz PJ** (2008). "Comparison of arthroscopy and arthrotomy for diagnosis of medial meniscal pathology: an ex vivo study." Vet Surg **37**(8): 749-755.
87. **Roe SC, Kue J and Gemma J** (2008). "Isometry of potential suture attachment sites for the cranial cruciate ligament deficient canine stifle." Vet Comp Orthop Traumatol **21**(3): 215-220.
88. **Samii VF, Dyce J, Pozzi A, Drost WT, et al.** (2009). "Computed tomographic arthrography of the stifle for detection of cranial and caudal cruciate ligament and meniscal tears in dogs." Vet Radiol Ultrasound **50**(2): 144-150.
89. **Scavelli TD, Schrader SC, Matthiesen DT and Skorup DE** (1990). "Partial rupture of the cranial cruciate ligament of the stifle in dogs: 25 cases (1982-1988)." J Am Vet Med Assoc **196**(7): 1135-1138.
90. **Shao-bin Y, Qi-rong D, Ya-bin W, Zhong-nan Z, et al.** (2008). "Histological characteristics and ultrastructure of polyethylene terephthalate LARS ligament following the reconstruction of anterior cruciate ligament in rabbits." Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu LinchuangKangfu. **12**: 7061-7066.
91. **Slocum B and Devine T** (1984). "Cranial tibial wedge osteotomy: a technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair." J Am Vet Med Assoc **184**: 564-569.
92. **Slocum B and Slocum TD** (1993). "Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine." Vet Clin North Am Small Anim Pract **23**(4): 777-795.
93. **Sumner JP, Markel MD and Muir P** (2010). "Caudal cruciate ligament damage in dogs with cranial cruciate ligament rupture." Vet Surg **39**(8): 936-941.
94. **Tepic S, Damur DM and Montavon PM** (2002). "Biomechanics of the stifle joint." Proceedings of the 1st World Orthopaedic Veterinary Congress: 189-190.

95. **Tonks CA, Lewis DD and Pozzi A** (2011). "A review of extra-articular prosthetic stabilization of the cranial cruciate ligament-deficient stifle." Vet Comp Orthop Traumatol **24**(3): 167-177.
96. **Vasseur PB** (2003). "Stifle Joint." In: Textbook of Small Animal Surgery. 3rd Edition D.H. Slatter. Philadelphia (USA), Saunders: 2090-2133.
97. **Vasseur PB, Griffey S and Massat BJ** (1996). "Evaluation of the Leeds-Keio synthetic replacement for the cranial cruciate ligament in dogs: An experimental study." Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology **9**: 66-74.
98. **Vianna ML and Roe SC** (2006). "Mechanical comparison of two knots and two crimp systems for securing nylon line used for extra-articular stabilization of the canine stifle." Vet Surg **35**(6): 567-572.
99. **Viateau V, Zhou J, Guerard S, Manassero M, et al.** (2011). "Ligart : Ligament synthétique "bioactif" et "biointégrable" permettant la réhabilitation rapide du patient : greffage chimique, évaluations biologiques in vivo, expérimentation animale, étude préclinique." IRBM **32**: 118-122.
100. **Wilke VL, Conzemius MG, Kinghorn BP, Macrossan PE, et al.** (2006). "Inheritance of rupture of the cranial cruciate ligament in Newfoundlands." J Am Vet Med Assoc **228**(1): 61-64.
101. **Wilke VL, Robinson DA, Evans RB, Rothschild MF, et al.** (2005). "Estimate of the annual economic impact of treatment of cranial cruciate ligament injury in dogs in the United States." J Am Vet Med Assoc **227**(10): 1604-1607.
102. **Winkels P, Werner H, Grevel V, Oechtering G, et al.** (2010). "Development and in situ application of an adjustable aiming device to guide extra- to intraarticular tibial tunnel drilling for the insertion of the cranial cruciate ligament in dogs." Vet Surg **39**(3): 324-333.

ANNEXE 1

Questionnaire de suivi opératoire Chirurgie du ligament croisé selon la technique STIF™

Concernant le chien :
Questionnaire réalisé le : / / 2013
Date de la chirurgie : / / 201....

Remarque :

La plupart des questions qui vont suivre sont sous la forme d'une échelle linéaire qui va vous permettre de donner votre évaluation en plaçant une croix à l'endroit approprié.

Exemple : Lors du jeu, votre chien rapporte-t-il la balle ?

Si votre réponse est « **très souvent** », cochez comme ceci :

Jamais _____ **X** _____ Toujours

I) Avant la chirurgie :

1) Avant sa rupture ligamentaire, votre chien avait-il un comportement actif ?

Pas du tout _____ Constamment actif

2) Après sa rupture ligamentaire, comment qualifieriez-vous sa mobilité d'une manière générale ?

Aucune gêne _____ Refuse de se déplacer

3) Votre chien semblait-t-il **douloureux à froid** (en se levant après une sieste par exemple) ?

Pas du tout _____ Douleur extrême

4) Votre chien pouvait-il monter dans votre voiture ?

Sans problème _____ Absolument pas

II) Après la chirurgie :

1) Après combien de temps votre chien posait-il **systématiquement** sa patte sur le sol en marchant ?

le jour même 1 jour 2 à 3 jours 4 à 7 jours Plus long :

2) Après combien de temps jugiez-vous son appui **satisfaisant** ?

1 à 3 jours 1 semaine 2 semaines 3 semaines Plus long :

3) Après combien de temps jugiez-vous que la guérison était **complète** ?

- de 1 semaine 1 semaine 2 semaines 3 semaines 1 mois 2 mois
 Plus long : Pas encore guéri

4) Y-a-t-il eu des complications liées à la chirurgie ?

Saignement de plaie Infection de plaie Inflammation articulaire Infection articulaire
 Rupture de la prothèse Nécessité de réopérer Autre :

Actuellement :

1) Comment qualifieriez-vous l'état de votre chien d'une manière générale ?

Aucune gêne _____ Refuse de se déplacer

2) Votre chien semble-t-il **douloureux à froid** (en se levant après une sieste par exemple) ?

Pas du tout _____ Douleur extrême

3) Votre chien semble-t-il **douloureux à chaud** (après une promenade par exemple) ?

Pas du tout _____ Douleur extrême

4) Votre chien peut-il monter dans votre voiture ?

Sans problème _____ Absolument pas

5) Votre chien est-il actif ?

Pas du tout _____ Constamment actif

6) Votre chien a-t-il **besoin** d'anti-inflammatoires ?

Non, Plus du tout Oui, Parfois Oui, Constamment (Produit :)

III) A propos de la chirurgie :

1) Quelle est votre opinion à propos de la chirurgie pour traiter le problème de votre chien ?

Mauvaise Moyennement Satisfaisante Bonne Excellente

2) Si cela était à refaire, opteriez-vous pour cette même chirurgie ?

Oui Non

Le questionnaire est maintenant terminé, nous vous remercions chaleureusement pour votre aide.

ANNEXE 2

Résultats du cas n°13 :

Date	Membre	Surface (Capteurs)			Pression Moyenne (Kpa)			Durée d'appui (ms)		
		Valeur	% chien	% ½ chien	Valeur	% chien	% ½ chien	Valeur	% chien	% ½ chien
Pré-op	AG	50,3	26%	48%	42,7	26%	47%	506,7	25%	49%
	AD	54,8	28%	52%	48,2	29%	53%	520,0	26%	51%
	PG	40,7	21%	44%	28,7	17%	38%	458,3	23%	47%
	PD	51,3	26%	56%	47,8	29%	62%	512,5	26%	53%
J+1	AG	54,3	27%	48%	34,0	20%	42%	533,3	26%	50%
	AD	59,3	30%	52%	46,3	28%	58%	525,0	26%	50%
	PG	38,0	19%	44%	30,0	18%	35%	433,3	21%	43%
	PD	48,3	24%	56%	55,7	34%	65%	566,7	28%	57%
J+15	AG	46,0	24%	43%	32,7	20%	42%	525,0	25%	49%
	AD	59,8	31%	57%	45,8	28%	58%	537,5	26%	51%
	PG	40,0	21%	46%	32,3	20%	37%	458,3	22%	44%
	PD	46,5	24%	54%	54,3	33%	63%	581,3	28%	56%
J+30	AG	58,2	28%	46%	46,2	26%	48%	540,0	25%	48%
	AD	67,3	32%	54%	49,5	28%	52%	575,0	27%	52%
	PG	35,8	17%	43%	40,6	23%	48%	490,0	23%	47%
	PD	47,4	23%	57%	43,2	24%	52%	550,0	26%	53%
J+60	AG	60,3	30%	51%	37,3	22%	43%	525,0	24%	48%
	AD	58,3	29%	49%	50,0	30%	57%	558,3	26%	52%
	PG	38,3	19%	46%	38,3	23%	49%	508,3	24%	47%
	PD	45,0	22%	54%	40,7	24%	51%	566,7	26%	53%

Valeurs des mesures du cas n°13 :

Date	Membre	Valeurs surface (capteurs)					Valeurs pression (Kpa)					Valeurs durée d'appui (ms)				
Pré-op	AG	50	49	52			43	43	42			550	550	420		
	AD	49	58	50	55	62	43	53	43	50	52	500	500	500	550	550
	PG	41	40	41			29	28	29			450	450	475		
	PD	49	51	48	57		43	53	44	51		500	550	500	500	
J+1	AG	54	53	56			34	36	32			550	500	550		
	AD	62	55	60	60		43	48	45	49		500	525	550	525	
	PG	36	39	39			30	31	29			450	450	400		
	PD	47	51	49	46		52	59	56			550	575	575		
J+15	AG	54	38	46			35	30	33			550	500	525		
	AD	53	60	66	60		48	47	41	47		500	550	550	550	
	PG	39	40	41			32	32	33			450	450	475		
	PD	52	42	50	42		61	51	55	50		600	575	600	550	
J+30	AG	62	53	62	60	54	43	51	43	52	42	550	575	525	550	500
	AD	60	62	75	72		50	52	47	49		575	575	550	600	
	PG	38	34	38	38	31	40	40	42	41	40	450	525	500	475	500
	PD	37	41	50	58	51	41	50	42	41	42	500	550	575	550	575
J+60	AG	58	62	61			40	34	38			550	500	525		
	AD	58	58	59			50	52	48			550	550	575		
	PG	36	40	39			42	34	39			450	550	525		
	PD	50	45	40			38	42	42			550	550	600		

Résultats du cas n°14 :

Date	Membre	Surface (Capteurs)			Pression Moyenne (Kpa)			Durée d'appui (ms)		
		Valeur	% chien	% ½ chien	Valeur	% chien	% ½ chien	Valeur	% chien	% ½ chien
Pré-op	AG	64,5	29%	49%	56,7	29%	50%	516,7	29%	55%
	AD	66,0	30%	51%	56,3	28%	50%	431,3	24%	45%
	PG	50,8	23%	56%	53,8	27%	63%	431,3	24%	52%
	PD	40,5	18%	44%	31,0	16%	37%	395,8	22%	48%
J+1	AG	65,0	30%	46%	57,0	28%	50%	550,0	26%	49%
	AD	75,3	35%	54%	57,3	28%	50%	562,5	27%	51%
	PG	43,5	20%	57%	46,8	23%	53%	533,3	25%	54%
	PD	32,5	15%	43%	42,2	21%	47%	445,8	21%	46%
J+15	AG	62,7	27%	47%	54,5	29%	52%	587,5	26%	48%
	AD	69,8	30%	53%	50,3	27%	48%	631,3	28%	52%
	PG	51,3	22%	50%	46,3	25%	55%	550,0	24%	52%
	PD	50,5	22%	50%	37,8	20%	45%	512,5	22%	48%
J+60	AG	71,2	29%	50%	59,2	29%	53%	562,7	25%	49%
	AD	70,8	29%	50%	52,5	26%	47%	583,3	26%	51%
	PG	49,8	20%	49%	46,5	23%	51%	550,0	25%	50%
	PD	52,2	21%	51%	43,8	22%	49%	545,8	24%	50%

Valeurs des mesures du cas n°14 :

Date	Membre	Valeurs surface (capteurs)						Valeurs pression (Kpa)						Valeurs durée d'appui (ms)					
Pré-op	AG	66	68	70	58	60	65	52	70	61	50	50	57	500	400	550	600	500	550
	AD	61	71	62	70			48	59	57	61			400	450	450	425		
	PG	44	67	42	50			52	70	43	50			425	400	400	500		
	PD	42	40	40	40	41	40	35	28	35	31	27	30	450	350	350	375	350	500
J+1	AG	70	55	65	60	75		56	54	60	60	55		525	500	575	500	650	
	AD	80	70	58	80	82	82	52	61	53	58	55	65	650	575	600	500	525	525
	PG	35	48	48	30	42	58	42	60	50	42	42	45	450	500	550	550	600	550
	PD	33	35	32	30	30	35	42	48	39	40	35	49	550	350	450	475	400	450
J+15	AG	62	62	56	60	65	71	68	57	40	51	60	51	550	600	650	550	525	650
	AD	71	71	69	68			50	50	51	50			650	550	700	625		
	PG	50	60	45	50			45	48	45	47			550	500	600	550		
	PD	51	48	50	53			30	42	41	38			600	500	450	500		
J+60	AG	72	70	71	71	70	73	54	53	58	68	56	66	575	626	475	650	600	450
	AD	70	80	75	60	80	60	52	52	53	50	61	47	400	600	700	525	625	650
	PG	62	42	55	50	40	50	55	36	52	43	48	45	450	600	500	600	600	550
	PD	58	60	60	50	40	45	47	50	48	45	30	43	525	550	450	600	550	600

Résultats du cas n°15 :

Date	Membre	Surface (Capteurs)			Pression Moyenne (Kpa)			Durée d'appui (ms)		
		Valeur	% chien	% ½ chien	Valeur	% chien	% ½ chien	Valeur	% chien	% ½ chien
Pré-op	AG	37,8	34%	49%	40,2	26%	41%	250,8	37%	55%
	AD	40,2	36%	51%	58,0	38%	59%	208,3	30%	45%
	PG	33,0	30%	100%	56,5	37%	100%	225,0	33%	100%
	PD	0,0	0%	0%	0,0	0%	0%	0,0	0%	0%
J+1	AG	42,0	37%	53%	42,2	34%	52%	283,3	36%	49%
	AD	37,8	34%	47%	39,7	32%	48%	300,0	38%	51%
	PG	32,7	29%	100%	42,8	34%	100%	210,8	27%	100%
	PD	0,0	0%	0%	0,0	0%	0%	0,0	0%	0%
J+15	AG	33,2	34%	51%	30,8	24%	48%	270,8	22%	45%
	AD	32,0	33%	49%	33,8	26%	52%	333,3	27%	55%
	PG	17,2	18%	52%	32,5	25%	51%	325,0	26%	52%
	PD	15,7	16%	48%	31,0	24%	49%	304,2	25%	48%
J+30	AG	36,2	32%	51%	37,7	27%	50%	291,7	26%	50%
	AD	35,2	31%	49%	38,0	27%	50%	287,5	26%	50%
	PG	26,0	23%	62%	33,8	24%	52%	270,8	24%	51%
	PD	16,0	14%	38%	30,8	22%	48%	262,5	24%	49%
J+60	AG	35,3	33%	56%	31,0	26%	49%	358,3	28%	53%
	AD	28,0	26%	44%	32,7	27%	51%	320,8	25%	47%
	PG	26,0	24%	59%	28,0	23%	49%	308,3	24%	50%
	PD	18,0	17%	41%	29,5	24%	51%	308,3	24%	50%

Valeurs des mesures du cas n°15 :

Date	Membre	Valeurs surface (capteurs)						Valeurs pression (Kpa)						Valeurs durée d'appui (ms)					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Pré-op	AG	45	35	31	36	40	40	51	31	37	46	31	45	200	275	275	180	375	200
	AD	45	35	45	41	41	34	68	42	65	64	72	37	225	275	175	150	150	275
	PG	36	35	32	32	30	33	62	60	58	57	52	50	200	250	175	225	300	200
	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J+1	AG	43	43	42	42	40	42	42	43	45	40	40	43	275	225	275	375	300	250
	AD	40	35	35	42	33	42	41	43	32	42	45	35	250	400	300	350	225	275
	PG	30	33	31	35	32	35	41	50	35	40	41	50	200	180	300	200	225	160
	PD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J+15	AG	28	38	33	33	35	32	32	28	30	32	35	28	300	350	250	200	400	125
	AD	31	38	32	27	32	32	44	35	30	30	32	32	300	350	200	350	400	400
	PG	15	17	19	18	17	17	35	32	30	30	34	34	350	200	400	300	400	300
	PD	17	14	15	16	18	14	30	32	32	35	25	32	350	300	125	300	350	400
J+30	AG	35	36	32	40	41	33	40	35	35	41	36	39	350	300	400	250	250	200
	AD	32	38	40	30	38	33	35	35	46	39	41	32	350	225	225	250	275	400
	PG	25	26	26	26	28	25	34	32	32	34	36	35	250	275	350	225	275	250
	PD	16	16	15	16	15	18	35	32	26	29	35	28	400	250	200	175	250	300
J+60	AG	35	35	33	35	41	33	34	32	28	29	30	33	350	350	350	350	350	400
	AD	30	30	23	23	32	30	25	25	37	39	35	35	325	325	300	325	300	350
	PG	25	25	25	30	30	21	30	30	26	26	27	29	300	300	300	300	300	350
	PD	18	18	19	15	17	21	27	27	31	31	31	30	300	300	300	300	300	350

NOM et PRÉNOM : PAGÈS Geoffrey

TITRE : CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA RUPTURE DU LIGAMENT CROISÉ CRÂNIAL CHEZ LE CHIEN : ÉTUDE DE LA RÉCUPÉRATION DE LA FONCTION LOCOMOTRICE APRÈS UNE INTERVENTION PAR LA TECHNIQUE STIF™

Thèse d'État de Doctorat Vétérinaire : Lyon, 2013

RÉSUMÉ :

En médecine vétérinaire, plusieurs techniques sont employées pour traiter chirurgicalement une rupture du ligament croisé crânial chez le chien. Les techniques intra-capsulaires, premières à avoir été employées à l'aide de prothèses biologiques, puis artificielles semblent avoir été remplacées actuellement par des techniques extra-articulaires. Dans ce domaine, stabilisation active et passive s'opposent. Les techniques sont donc nombreuses à l'heure actuelle, mais aucune ne permet de réel traitement de cette affection, permettant de rétablir la physiologie de l'articulation.

Cette étude clinique, utilisant le ligament STIF™, un implant artificiel intra-articulaire biocompatible, a permis d'analyser la qualité de la récupération de la fonction locomotrice chez 15 sujets sur le moyen terme. Les résultats obtenus font état d'une rapide reprise d'appui, associée à un bon confort postopératoire des sujets dans la majorité des cas, résultant en une satisfaction qualifiée d'excellente ou bonne dans 100 % de nos cas. Aucune complication majeure n'a été observée, en particulier de rupture d'implant, cependant une laxité articulaire en postopératoire à 1 mois a été diagnostiquée chez 2 sujets de poids important (>40 kg). La technique de fixation de l'implant a alors été modifiée pour réaliser l'implantation chez un sujet de 81 kg, qui n'a alors pas présenté de laxité.

Dans l'avenir, une adaptation de la technique chirurgicale mettant en jeu l'utilisation d'un guide pour forer les tunnels osseux serait nécessaire pour standardiser la technique de pose, et permettrait alors la réalisation de l'intervention par voie arthroscopique exclusive.

MOTS CLÉS :

- Chien
- Chirurgie orthopédique
- Ligament croisé antérieur du genou
- Biomatériaux

JURY :

Président :	Monsieur le Professeur Claude GHARIB
1 ^{er} Assesseur :	Monsieur le Professeur Didier FAU
2 ^{ème} Assesseur :	Monsieur le Professeur Eric VIGUIER

DATE DE SOUTENANCE : 12 Juillet 2013

ADRESSE DE L'AUTEUR : 82, chemin de la Frayère 06530 PEYMEINADE, FRANCE