

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	15
PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	17
CHAPITRE I : ANATOMIE DU GRASSET DU CHIEN	18
I. SURFACES ARTICULAIRES	18
A. Le fémur distal	
B. Le tibia proximal	
C. La fibula proximale	
D. Formations complémentaires	
1. Appareil fibro-cartilagineux de la patelle	
2. Les ménisques	
II. MOYENS D'UNION	25
A. Capsule et synoviale articulaire	
B. Ligaments de l'articulation fémoro-patellaire	
C. Ligaments de l'articulation fémoro-tibiale	
1. Les ligaments collatéraux	
2. Les ligaments croisés	
III. MUSCLES MOBILISATEURS	30
A. Muscles extenseurs du genou	
B. Muscles fléchisseurs du genou	
C. Muscles assurant la stabilité en valgus et en varus	
D. Muscles rotateurs du genou	
IV. VASCULARISATION	33
V. INNERVATION.....	34
A. Innervation sensitive	
B. Innervation motrice	

CHAPITRE II : BIOMECHANIQUE DU GRASSET	35
I. MOUVEMENTS NORMAUX DU GRASSET	35
A. Mouvements de flexion-extension et mouvements rotatoires	
B. Mouvements de valgus et varus	
II. MODELISATION « PASSIVE » DU GRASSET	37
III. MODELISATION « ACTIVE » DU GRASSET.....	40
A. Forces appliquées sur le genou lors de l'appui	
1. Force exercée par les muscles dont les tendons passent par la face crâniale de l'articulation	
2. Force exercée par les muscles dont les tendons passent par la face caudale de l'articulation	
3. Force exercée par le muscle gastrocnémien	
4. Action du poids du corps	
B. Définition de la « poussée tibiale crâniale »	
C. Intérêt de la modélisation « active » du genou	
IV. METHODES DE REDUCTION DE LA POUSSEE TIBIALE CRANIALE	48
A. Par diminution de la masse corporelle	
B. Par nivellement du plateau tibial	

CHAPITRE III : ASPECT CLINIQUE DE LA RUPTURE DU LIGAMENT CROISE CRANIAL	49
I. LA RUPTURE DU LCCr CHEZ LE CHIEN : AFFECTION TRAUMATIQUE OU DEGENERATIVE ?	49
II. HISTOPATHOGENIE DE LA RUPTURE DU LCCr	51
III. FACTEURS PREDISPOSANTS A LA RUPTURE DU LCCr	52
A. Influence de la race	
B. Influence de la surcharge pondérale	
C. Influence de l'exercice physique	
D. Influence d'affections concomitantes	
1. Luxation de la patelle	
2. Sténose de la fosse intercondyalaire	

IV. SIGNES CLINIQUES ET DIAGNOSTIC DE LA RUPTURE DU LCCr.... 55

A. Recueil des commémoratifs

1. Cas des ruptures liées à un traumatisme aigu
2. Cas des ruptures liées à un phénomène dégénératif

B. Examen clinique

1. Observation de l'animal en mouvement
2. Examen de l'animal au repos
 - a. Observation de l'animal assis
 - b. Evaluation des masses musculaires
 - c. Examen de la stabilité crânio-caudale du genou
 - i. Test du tiroir direct
 - ii. Test de compression tibiale

C. Examens complémentaires

1. Examens radiographiques
2. Ponction de liquide synovial
3. Imagerie par résonance magnétique (IRM)
4. Arthroscopie

CHAPITRE IV : TRAITEMENT DE LA RUPTURE DU LCCr PAR NIVELLEMENT DU PLATEAU TIBIAL	64
I. MESURE DE L'ANGLE DU PLATEAU TIBIAL (APT).....	65
A. Techniques de mesure	
1. Méthode conventionnelle	
2. Méthode alternative	
B. Intérêt de la mesure pré-opératoire de l'APT	
1. Mise en évidence d'un APT anormalement élevé	
2. Calcul de l'angle de rotation à faire subir au plateau tibial	
C. Variabilité des mesures de l'APT	
II. TECHNIQUE D'OSTEOTOMIE DE NIVELLEMENT DU PLATEAU TIBIAL (TPLO).....	69
III. TECHNIQUES D'OSTECTOMIE TIBIALE CRANIALE EN COIN	71
IV. TECHNIQUE D'OSTECTOMIE TIBIAL EN CHEVRON (CWO).....	75

V.	TECHNIQUES D’OSTEOTOMIE DE NIVELLEMENT AVEC STABILISATION PAR FIXATEUR EXTERNE.....	76
VI.	TECHNIQUE D’OSTECTOMIE TIBIALE PROXIMALE INTRA- ARTICULAIRE (PTIO).....	78
VII.	TECHNIQUE D’AVANCEMENT DE LA CRETE TIBIALE (TTA)	80
VIII.	TRAITEMENT DES LESIONS DU MENISQUE MEDIAL	82
IX.	SOINS ET SUIVI POST-OPERATOIRE	83
X.	RESULTATS OBTENUS PAR LES DIFFERENTES TECHNIQUES ET COMPLICATIONS.....	84
	A. Résultats obtenus	
	1. Critères de réussite des opérations	
	2. Résultats obtenus par les différentes techniques	
	a. TPLO	
	b. CCWO	
	c. PTIO	
	d. TTA	
	3. Comparaison de la TPLO avec une technique de stabilisation extracapsulaire pour le traitement de la rupture du LCCr	
	B. Complications	
	1. Complications communes à toutes les techniques	
	a. Risque infectieux	
	b. Mauvais placement des vis de fixation	
	c. Complications liées à une mauvaise mesure pré-opératoire de l’APT	
	2. Complications spécifiques des différentes techniques	
	a. TPLO	
	b. Ostectomies tibiales crâiales en coin	
	c. PTIO	
	d. TTA	

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE : EFFET D'UNE TECHNIQUE D'OSTECTOMIE TIBIALE CRANIALE EN COIN SUR LA BASCULE DU PLATEAU TIBIAL - ETUDE RADIOGRAPHIQUE <i>IN VITRO</i>	96
I. INTRODUCTION	97
II. MATERIEL ET METHODE	98
A. Population étudiée	
B. Procédure	
1. Radiographies pré-opératoires	
2. Implantation de billes de plomb	
3. Radiographies pré-opératoires après implantation des billes de plomb	
4. Réalisation de l'ostectomie tibiale crâniale en coin	
5. Radiographies post-opératoires	
6. Mesures de l'APT avant et après l'opération	
a. Mesure de l'APT pré-opératoire	
b. Mesure de l'APT post-opératoire	
c. Mesure de l'angle de bascule théorique	
7. Analyses statistiques	
a. Population étudiée	
b. Mesures d'angles et étude de la corrélation entre APT pré- opératoires et APT post-opératoires	
c. Variabilité des mesures inter-lecteurs et intra-lecteur	
III. RESULTATS	113
a. Population étudiée	
b. Mesures d'angles et étude de la corrélation entre APT pré- opératoires et APT post-opératoires	
c. Variabilité des mesures inter-lecteurs et intra-lecteur	
IV. DISCUSSION	118

CONCLUSION	122
LISTE DES ABREVIATIONS	124
LISTE DES FIGURES	124
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	128

INTRODUCTION

Le ligament croisé crânial est le principal élément de stabilité crânio-caudale du genou chez le chien.⁵² Sa rupture partielle ou totale est responsable de l'apparition d'une boiterie du membre postérieur et d'arthrose du genou.⁵² Cette rupture est l'affection orthopédique la plus fréquente du membre postérieur chez le chien.

Depuis une vingtaine d'année, est apparue une nouvelle approche du traitement chirurgical de la rupture du ligament croisé crânial chez le chien.⁴⁵ Contrairement à l'approche conventionnelle, consistant en une substitution du ligament croisé crânial par une prothèse naturelle ou synthétique, la nouvelle approche consiste à éliminer la tension à laquelle est soumis le ligament croisé crânial lors de l'appui du membre postérieur. Si cette force est éliminée, le ligament croisé crânial n'est plus indispensable, et son remplacement n'a pas lieu d'être.⁴⁸

L'élimination de cette force, appelée « poussée tibiale crâniale », se fait par nivellement du plateau tibial. Plusieurs techniques de nivellement du plateau tibial ont été décrites à ce jour et sont efficaces.^{13,26,29,45,48} Elles nécessitent toutes une connaissance de l'angle du plateau tibial pré-opératoire, dont la valeur détermine l'intensité de la « poussée tibiale crâniale ». De plus, des mesures per-opératoires sont nécessaires dans toutes ces techniques pour déterminer l'angle de rotation à faire subir au plateau tibial afin obtenir l'angle du plateau tibial post-opératoire désiré. Cette contrainte de mesures, fastidieuses et peu précises, tient au fait que, dans toutes ces techniques, aucun repère anatomique précis, et facilement identifiable lors de l'intervention chirurgicale, n'est déterminé.

Une détermination de repères anatomiques précis, permettant de standardiser une technique de nivellement du plateau tibial par ostectomie tibiale crâniale en coin, de s'abstenir de mesures pré et per-opératoires, et d'obtenir systématiquement un angle du plateau tibial post-opératoire correct, pourrait se révéler intéressante. Aucune technique utilisant ce type de repères n'a encore été décrite.

L'objectif de cette étude est de prouver que l'utilisation d'une technique particulière d'ostectomie tibiale crâniale en coin, utilisant des repères anatomiques précis et facilement identifiables, permet de s'abstenir de mesures pré-opératoires de l'angle du plateau tibial, et de mesures per-opératoires destinées à déterminer l'angle de rotation à faire subir au plateau tibial pour obtenir l'angle du plateau tibial post-opératoire désiré.

Dans une première partie, nous étudierons l'anatomie du grasset du chien, sa biomécanique, l'aspect clinique de la rupture du ligament croisé crânial, et les différentes techniques de traitement de la rupture du ligament croisé crânial par nivellement du plateau tibial décrites à ce jour. Dans une deuxième partie, nous décrirons l'étude radiographique *in vitro* d'une technique particulière de nivellement du plateau tibial par ostectomie tibiale crâniale en coin, ne nécessitant aucune mesure pré et per-opératoire mais assurant l'obtention d'un angle du plateau tibial compatible avec une récupération fonctionnelle de l'animal.

PARTIE I :
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : ANATOMIE DU GRASSET

DU CHIEN

L'articulation du grasset, également appelée articulation du genou ou articulation fémoro-tibio-patellaire, est une diarthrose condylienne composée de deux parties solidaires : l'articulation fémoro-patellaire assurant la coaptation entre la patelle (ou rotule) et la trochlée fémorale et l'articulation fémoro-tibiale qui oppose les condyles du fémur distal aux condyles ipsilatéraux du tibia proximal.^{9,42} Selon certains auteurs, l'articulation tibio-fibulaire proximale est considérée comme faisant également partie de l'articulation du grasset.

L'articulation du grasset permet les mouvements de flexion et d'extension du tibia par rapport au fémur, mais aussi des mouvements latéraux (abduction, adduction) et des mouvements de rotation axiale interne et externe.

I. SURFACES ARTICULAIRES

A. Le fémur distal

La trochlée constitue un large sillon vertical limité par deux lèvres, l'une médiale, l'autre latérale. La trochlée remonte peu à la face crâniale de l'os chez le chien. Sa lèvre médiale est un peu plus longue que sa lèvre latérale.^{9,42} (Fig. 1 et 2)

La patelle s'articule dans la trochlée. Elle peut être considérée comme un os sésamoïde géant développé dans l'épaisseur du tendon distal du muscle quadriceps fémoral pour en faciliter le coulissement dans la trochlée.^{9,42} (Fig. 1)

Les condyles fémoraux sont dirigés caudalement. Ils correspondent au prolongement caudal des lèvres trochléaires. La surface articulaire portée par le condyle fémoral latéral est un peu plus large et plus longue que celle portée par le condyle médial. Le rayon de courbure se réduit progressivement caudalement ce qui augmente la tension des ligaments collatéraux

pendant la flexion. Chaque condyle est surmonté proximale et caudale par un os sésamoïde supracondyloire inclus dans l'origine du chef correspondant du muscle gastrocnémien, qui s'articule avec le fémur par une petite facette cartilagineuse. Les deux condyles sont séparés par une large fosse intercondylienne.^{9,42} (Fig. 2)

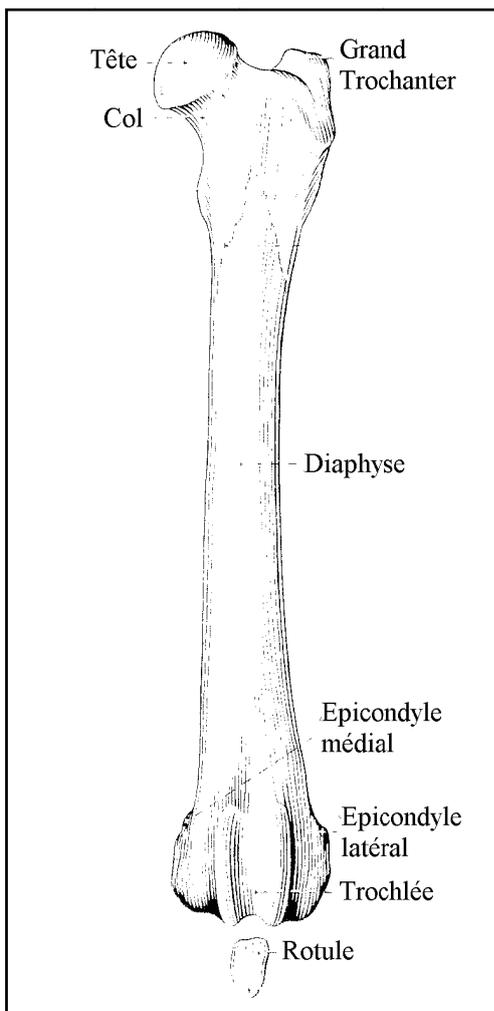


Figure 1 : Face crâniale du fémur gauche (d'après ³³)

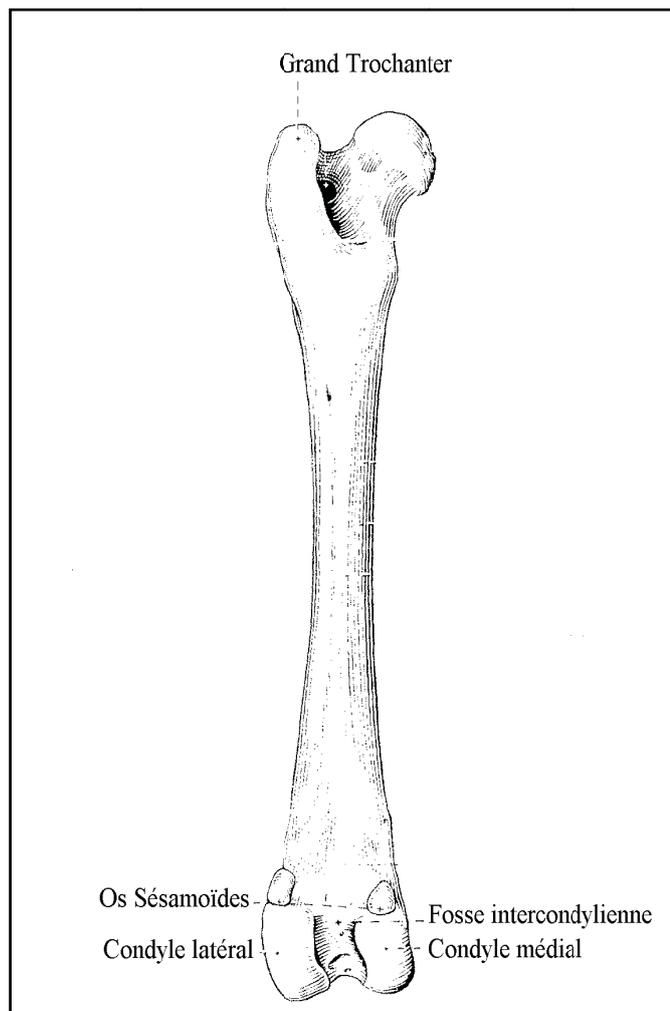


Figure 2 : Face caudale du fémur gauche (d'après ³³)

B. Le tibia proximal

Le tibia s'articule avec le fémur par deux **condyles tibiaux**, l'un médial, l'autre latéral. Ceux-ci sont séparés par une surface centrale non articulaire, correspondant aux aires intercondyliennes crâniale, caudale et centrale, au centre de laquelle s'élève l'éminence intercondylienne. (Fig. 3)

La surface articulaire portée par le condyle tibial latéral est large tandis que celle portée par le condyle médial forme un petit losange échancré autour de l'insertion du ligament croisé crânial. Cette asymétrie, associée à l'asymétrie des condyles fémoraux, explique la rotation interne passive du tibia par rapport au fémur lors de la flexion du genou.⁵²

L'ensemble des aires intercondyliennes du tibia proximal constitue une surface onduleuse appelée **plateau tibial**. L'inclinaison du plateau tibial par rapport à l'axe fonctionnel du tibia ou angle du plateau tibial est variable selon les individus. Le plateau tibial est prolongé crânialement par un large processus : la tubérosité tibiale. Distalement à cette tubérosité, la crête tibiale s'étend sur la face crâniale du tibia.^{9,42} (Fig. 4)

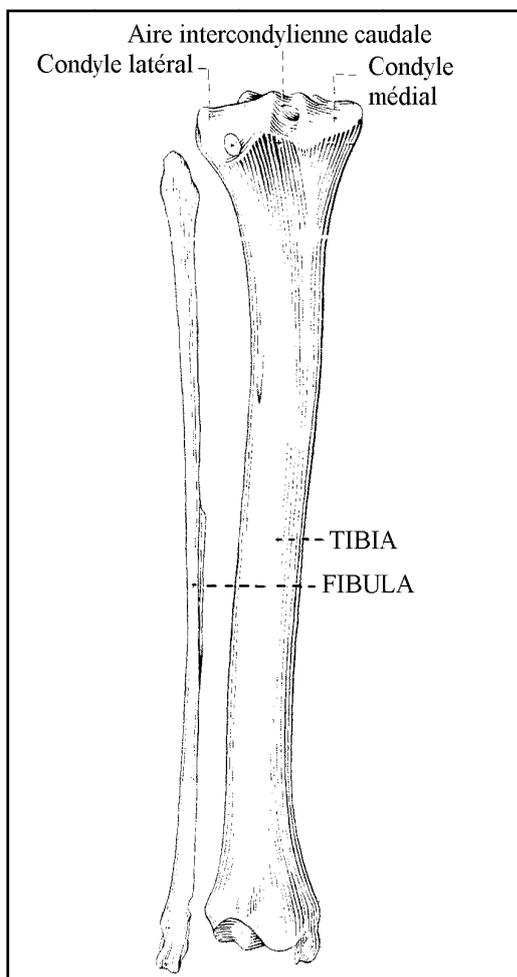


Figure 3 : Face caudale du tibia gauche (d'après³³)

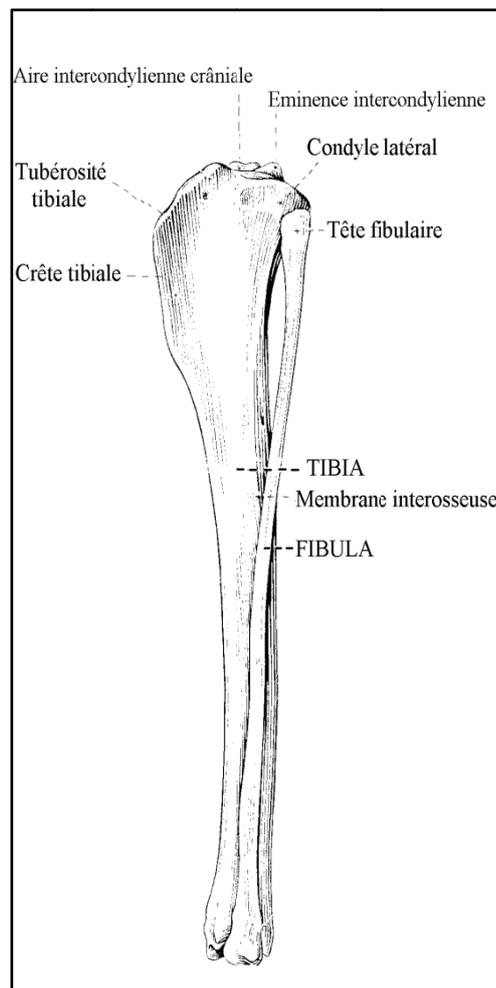


Figure 4 : Face latérale du tibia gauche (d'après³³)

C. La fibula proximale

La fibula est caudo-latérale au tibia. Elle s'articule avec lui par une petite articulation synoviale plane : l'articulation tibio-fibulaire. Les surfaces articulaires planes sont portées par le revers latéral du condyle tibial latéral d'une part et par l'extrémité proximale de la fibula d'autre part.^{9,42}

D. Formations complémentaires

Les surfaces articulaires que nous venons de décrire ne sont pas toutes parfaitement congruentes. Des pièces complémentaires existent pour parfaire la coaptation

1. Appareil fibro-cartilagineux de la patelle

La patelle est surmontée de deux fibro-cartilages parapatellaires étroits, l'un médial, l'autre latéral. Chacun d'eux est continu avec le bord correspondant de la patelle. Ces structures assurent une meilleure congruence de la patelle dans la trochlée.⁹ (Fig. 5)

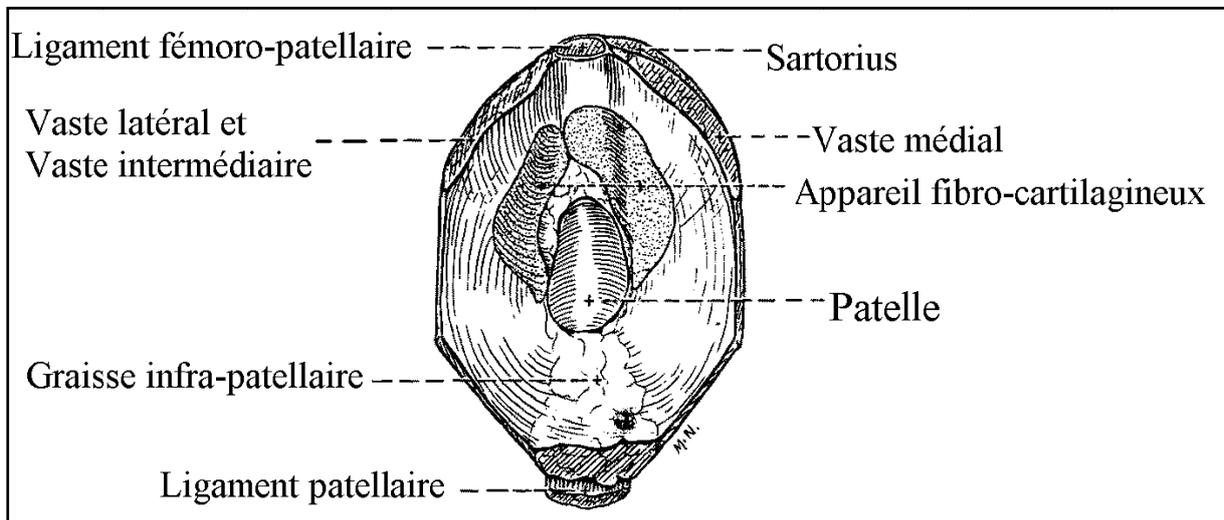


Figure 5 : Aspect caudal de la patelle gauche (d'après ³³)

2. Les ménisques

Les ménisques sont au nombre de deux, l'un latéral, l'autre médial. Ce sont des structures fibro-cartilagineuses en forme de croissant intercalées entre le plateau tibial et les condyles fémoraux. Le ménisque latéral assure la congruence entre le condyle fémoral latéral et le condyle tibial latéral alors que le ménisque médial assure la congruence entre le condyle fémoral médial et le condyle tibial médial. En section transversale, les ménisques ont une forme approximativement triangulaire dont le bord externe est plus épais que le bord interne.¹⁶

Le **ménisque médial** est le plus large mais le moins épais. Il possède deux insertions ligamentaires sur le tibia, l'une crâniale, dans l'aire intercondylienne crâniale par l'intermédiaire du ligament tibial crâniale du ménisque médial, l'autre caudale dans l'aire intercondylienne caudale par l'intermédiaire du ligament tibial caudal du ménisque médial.

Le **ménisque latéral** possède trois insertions ligamentaires. Crânialement, il s'attache dans la fossette latérale de l'aire intercondylienne centrale par l'intermédiaire du ligament tibial crânial du ménisque latéral. Caudalement, son attache est bifide. Elle est séparée en un ligament tibial caudal du ménisque latéral qui attache le ménisque latéral à l'incisure poplitée du tibia et un ligament fémoral du ménisque latéral qui attache le ménisque à la partie médio-caudale de la fosse intercondylienne fémorale et qui constitue le seul véritable ligament ménisco-fémoral.^{9,17}

Un ligament interméniscal relie entre elles les attaches crâiales des deux ménisques.^{9,17,33}

Les ménisques assurent un rôle mécanique dans la congruence de l'articulation ainsi que dans la transmission des forces et l'absorption des chocs par leur élasticité. Une absence de ménisque ou des lésions importantes du ménisque diminuent la surface portante de l'articulation et augmentent ainsi les contraintes du cartilage par unité de surface pouvant conduire à de l'arthrose.^{6,7,17} (Fig. 6)

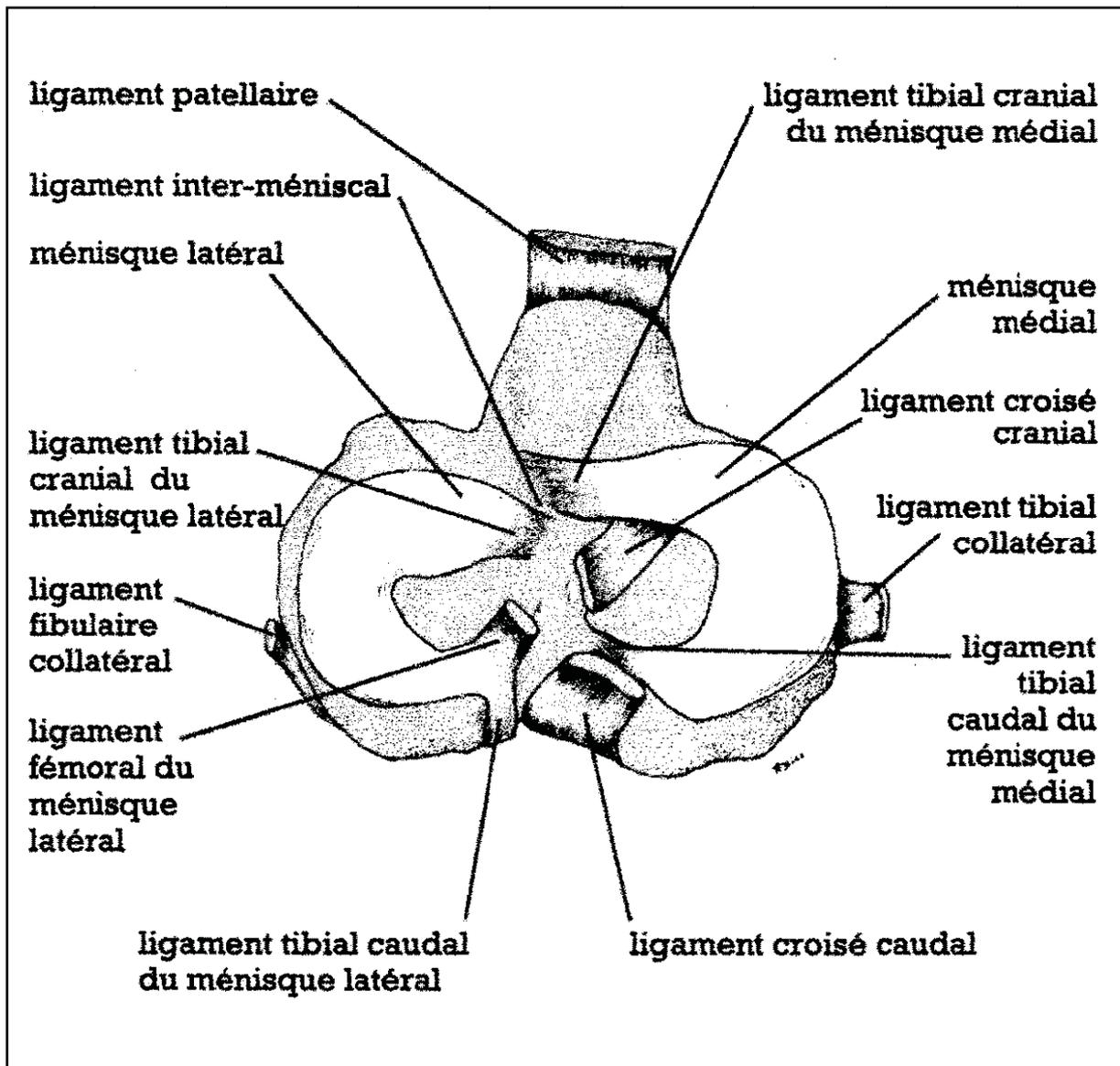


Figure 6 : Vue dorsale de l'extrémité proximale du tibia gauche montrant les ménisques et leurs insertions (d'après ¹⁷)

Au cours de la flexion, les ménisques glissent légèrement en direction caudale sur les surfaces articulaires tibiales en même temps que sur les condyles fémoraux. Ainsi, le ménisque latéral descend sur le surplomb au dessus de l'incisure poplitée et le ménisque médial vient s'appuyer sur le ligament croisé caudal en débordant légèrement de la surface articulaire caudale. (Fig. 7)

Une rupture du ligament croisé crânial est à l'origine d'une instabilité antéro-postérieure de l'articulation fémoro-tibiale (« mouvement de tiroir ») génératrice de lésions méniscales, en particulier de la partie postérieure du ménisque médial, ou corne postérieure. Cela est lié au fait que le ménisque médial possède des attaches bien plus rigides que le ménisque latéral. Le

ménisque médial est notamment fermement attaché au ligament collatéral médial et à la capsule articulaire alors que le ménisque latéral n'est que faiblement attaché au ligament collatéral latéral et à la capsule articulaire. Lors d'un mouvement de tiroir, le ménisque médial avance avec le tibia et le condyle fémoral médial écrase alors sa corne postérieure conduisant à des déchirures si les traumatismes sont répétés. Le ménisque latéral subit beaucoup moins ce phénomène d'une part grâce à ses attaches plus lâches et grâce au ligament ménisco-fémoral qui empêche le déplacement caudal du ménisque latéral lors du mouvement de tiroir.¹⁷ (Fig. 7)

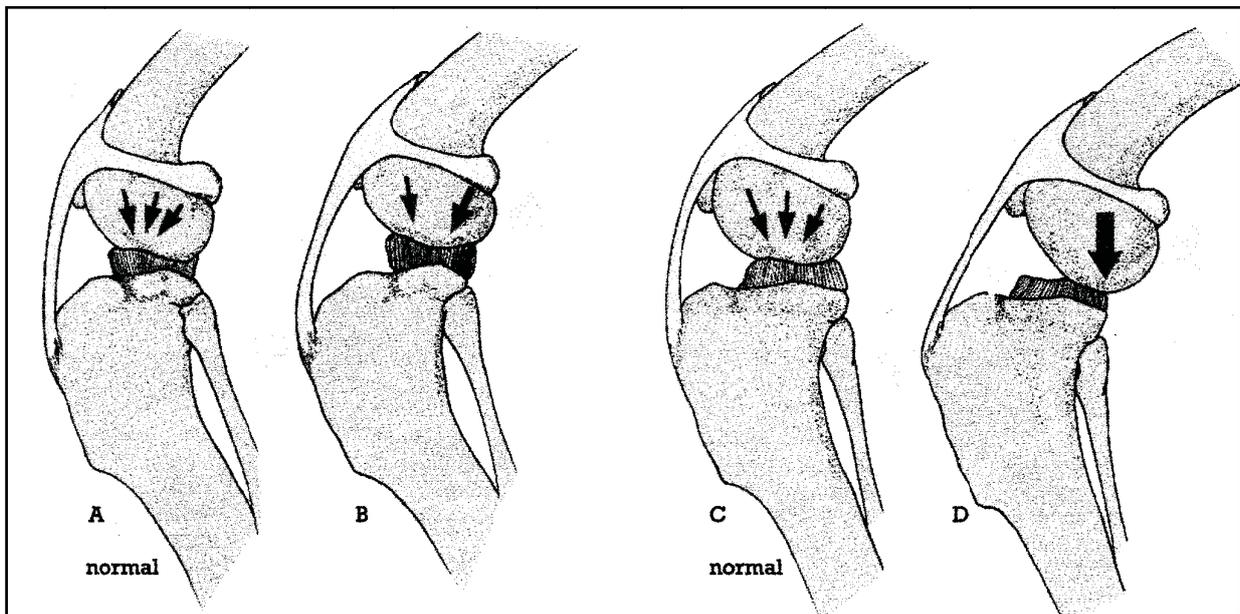


Figure 7 : Mécanisme des lésions du ménisque médial (d'après ¹⁷)

- A- Aspect latéral normal de l'articulation.*
- B- Aspect latéral de l'articulation lors de mouvement de tiroir antérieur : la surface portante du ménisque latéral est encore maximale.*
- C- Aspect médial normal de l'articulation.*
- D- Aspect médial de l'articulation lors du mouvement de tiroir antérieur : la surface portante se situe au niveau de la corne postérieure du ménisque médial et l'écrase.*

II. MOYENS D'UNION

Ils sont constitués par une capsule articulaire et des ligaments. Ces derniers peuvent être divisés en deux groupes : ceux qui unissent la patelle au fémur et au tibia et ceux qui unissent le fémur au tibia et à la fibula.

A. Capsule et synoviale articulaire

L'articulation du genou résulte de la fusion au cours du développement de trois articulations, l'une mettant en relation la trochlée fémorale et la patelle, les deux autres, le condyle fémoral et le condyle tibial ipsilatéral. On pourrait alors considérer les deux ligaments croisés comme des ligaments collatéraux internes des deux articulations fémoro-tibiales embryonnaires.⁹

Une capsule articulaire est toujours composée d'une membrane fibreuse externe et d'une membrane synoviale interne. L'évolution des membranes fibreuses et des membranes synoviales n'est pas similaire dans les « trois » articulations. Les cavités synoviales entrent en communication mais sont discernables. Les membranes fibreuses, elles, disparaissent dans les zones d'adossement et seule persiste une capsule fibreuse périphérique commune à l'ensemble.⁹

La capsule fibreuse s'insère d'une part autour de l'extrémité distale du fémur et d'autre part autour du plateau tibial en aménageant trois interstices pour le passage des récessus synoviaux du tendon du long extenseur des doigts, de l'articulation tibio-fibulaire et du tendon du muscle poplité.⁹ Pour simplifier, on peut considérer que la capsule est séparée en deux parties par les deux ligaments collatéraux, une partie crâniale, la capsule fémoro-patellaire, fine, et une partie caudale, la capsule fémoro-tibiale proprement dite plus épaisse car doublée en surface par une lame fibreuse. C'est la partie médiale de cette capsule qui adhère très intimement au ménisque médial.

La synoviale articulaire forme trois sacs, deux entre les condyles fémoraux et tibiaux et un juste en dessous de la patelle.³³

Le sac fémoro-patellaire se situe entre la patelle et la trochlée fémorale. Un diverticule s'étend proximale entre le tendon du muscle quadriceps et le fémur limitant les frictions entre ce tendon et le fémur. (Fig. 8)

Les sacs fémoro-tibiaux médial et latéral se situent entre les condyles fémoraux et tibiaux correspondant. Ils sont séparés en deux parties par les ménisques médial et latéral en une partie fémoro-méniscale et une partie tibio-méniscale. (Fig. 8)

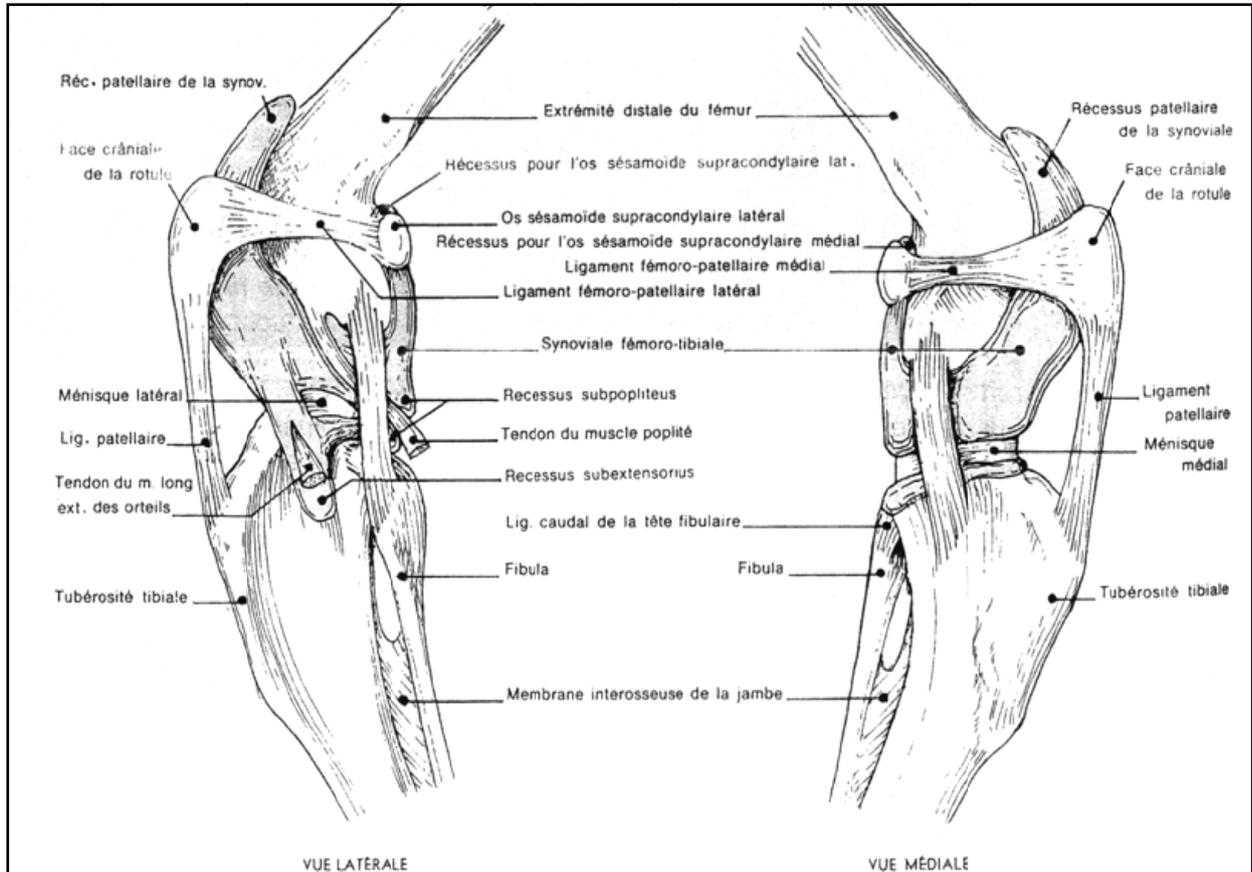


Figure 8 : Vues du genou gauche faisant apparaître la synoviale articulaire (d'après ⁹)

B. Ligaments de l'articulation fémoro-patellaire

Il s'agit des ligaments unissant d'une part le fémur à la patelle et d'autre part la patelle au tibia.

Les ligaments fémoro-patellaires sont au nombre de deux, l'un médial, l'autre latéral. Ce sont de minces bandelettes fibreuses s'étendant dans l'épaisseur de la capsule articulaire et unissant les bords externes de la patelle aux condyles fémoraux et aux os séamoïdes supracondyloires correspondant. Ils préviennent les déplacements latéraux et médiaux pendant la flexion et l'extension du grasset.⁹ (Fig. 8)

Le ligament patellaire ou tibio-patellaire est le prolongement du tendon du muscle quadriceps distalement à la patelle. Sa face caudale est en rapport proximale avec la synoviale fémoro-patellaire ; elle en est séparée distalement par le corps adipeux infra-patellaire plus ou moins épais selon les individus. Sa face crâniale est en rapport avec le fascia lata. Il contribue au maintien de la patelle en place dans la trochlée fémorale.⁹ (Fig. 8)

C. Ligaments de l'articulation fémoro-tibiale

Ils sont au nombre de quatre : deux ligaments collatéraux sur les faces latérale et médiale de l'articulation, et deux ligaments croisés, à l'intérieur de l'articulation.⁹

Caudalement à l'articulation s'ajoute une membrane fibreuse qui double la capsule articulaire et lui donne son épaisseur.⁹

1. Les ligaments collatéraux

Le ligament collatéral médial prend naissance sur l'épicondyle médial du fémur et se termine sur la face médiale de l'épiphyse tibiale proximale par une attache longue. Il est intimement lié à la face externe du ménisque médial ainsi qu'à la synoviale fémoro-tibiale correspondante. Il est responsable de la stabilité de l'articulation en valgus.⁹

Le ligament collatéral latéral est moins long et moins large que le précédent. Il prend naissance sur l'épicondyle latéral du fémur et se termine sur l'extrémité proximale de la fibula par une attache plus ponctuelle que celle du ligament collatéral médial sur le tibia. Il est séparé du ménisque latéral par le tendon d'origine du muscle poplité et il n'y est donc pas adhérent. Il est responsable de la stabilité de l'articulation en varus.⁹

Ces deux ligaments participent à la stabilité de l'articulation du grasset principalement dans les mouvements latéraux (valgus et varus) mais interviennent également dans la stabilité rotatoire.⁹

2. Les ligaments croisés

Les ligaments croisés sont également des ligaments reliant l'extrémité distale du fémur à l'extrémité proximale du tibia. Ils sont parfois qualifiés d'interosseux car ils sont logés dans la fosse intercondylienne du fémur et aboutissent sur l'éminence intercondylienne du tibia. Ils sont donc intra-articulaires.

Ils sont au nombre de deux : le **ligament croisé crânial (LCCr)** et le **ligament croisé caudal (LCCd)**. Leur nom vient de leur position relative (croisée) et de leur attache sur le plateau tibial (crâniale ou caudale). Les ligaments croisés, bien qu'intra-articulaires, du fait du développement embryologique, sont revêtus par une membrane synoviale qui leur apporte leur vascularisation. Ils sont donc extra-synoviaux.⁴

Le **LCCr**, dont la rupture et son traitement nous intéressent dans cette étude, est oblique en direction médiale et distale. Son attache proximale se situe sur le revers médial du condyle latéral du fémur sur la partie caudale de la fosse intercondylienne. Son attache distale se situe dans l'aire intercondylienne crâniale du tibia juste à la base de l'éminence intercondylienne.

Ce ligament se compose de deux bandes intimement liées et nommées selon leur position d'attache sur le tibia : une bande crânio-médiale tendue en flexion et en extension et une bande caudo-latérale tendue en flexion et relâchée en extension.^{5,9} Il existe une torsion d'environ 90° entre ses points d'insertion.⁵² (Fig. 9 et 10)

Le **LCCd** est un peu plus long et plus large que le LCCr. Il est oblique en direction distale et caudale et croise le LCCr médialement. Il prend naissance également dans la fosse intercondylienne du fémur, sur le revers latéral du condyle médial et se termine dans l'incisure poplitée située au bord caudal de la surface articulaire tibiale. Comme le LCCr, il est composé de deux bandes : une bande crâniale tendue en extension et relâchée en flexion et une bande caudale, tendue en flexion et relâchée en extension.^{5,9} (Fig. 9 et 10)

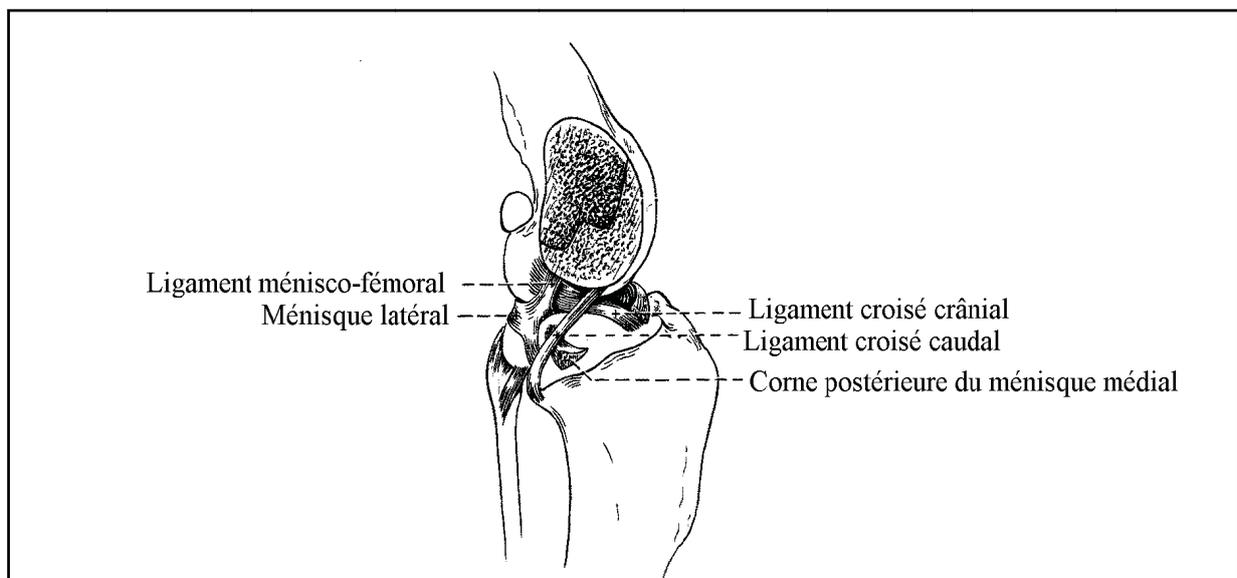


Figure 9 : Vue médiale des ligaments croisé d'un genou gauche (d'après ³³)

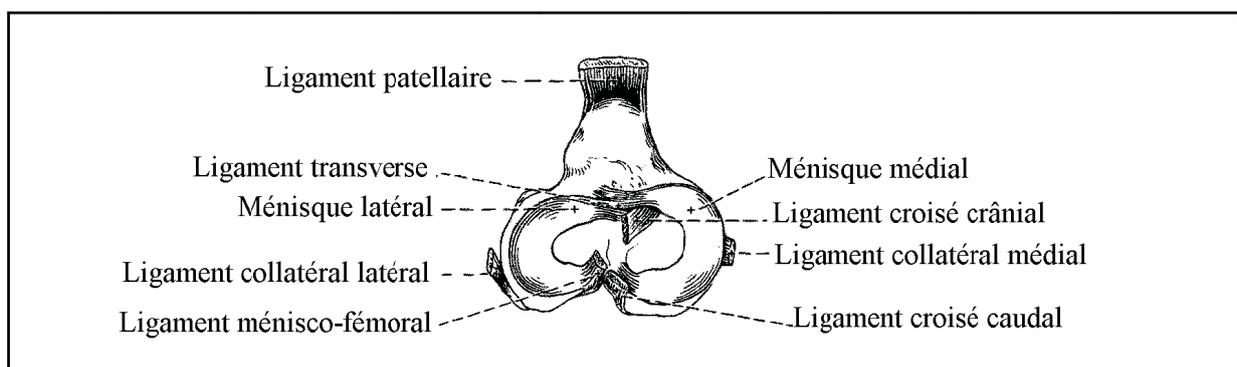


Figure 10 : Vue dorsale des ligament croisés (d'après ³³)

De par leur position et leurs attaches respectives, les rôles des ligaments croisés ne sont pas identiques.

Leur rôle principal est la stabilité antéro-postérieure du grasset. Le LCCr prévient le déplacement crânial du tibia par rapport au fémur, ou « mouvement de tiroir ». Le LCCd prévient le déplacement caudal du tibia par rapport au fémur.⁵²

Mais ils agissent également en synergie et assurent la stabilité en rotation interne de l'articulation. Lorsque débute le mouvement de rotation tibiale interne, le LCCr se tord sur lui-même et s'enroule autour du LCCd empêchant alors une rotation interne exagérée

notamment lors de la flexion du genou, pendant laquelle, ce mouvement est automatique et lié à l'asymétrie des surfaces articulaires.⁵²

De plus, le LCCr prévient l'hyperextension du grasset ainsi que la stabilité en valgus et en varus lorsque le membre fléchi.⁵²

LIGAMENT CROISE CRANIAL	prévient le <u>déplacement crânial</u> du tibia (mouvement de tiroir)
	limite la <u>rotation interne</u> du tibia lors de la flexion (en synergie avec le LCCd)
	limite l' <u>hyperextension</u> du grasset
	Stabilité en <u>valgus</u> et en <u>varus</u> sur le membre fléchi
LIGAMENT CROISE CAUDAL	prévient le <u>déplacement caudal</u> du tibia
	limite la <u>rotation interne</u> du tibia lors de la flexion (en synergie avec le LCCd)

Figure 11 : Rôles des ligaments croisés dans la stabilité du grasset

III. MUSCLES MOBILISATEURS

A. Muscles extenseurs du genou

Il s'agit des muscles dont les tendons passent sur la face crâniale de l'articulation.

L'extenseur majeur du genou est le **muscle quadriceps fémoral** qui recouvre la face crâniale de la cuisse. Lorsque le membre est au soutien, il assure l'extension de l'articulation et permet d'augmenter l'amplitude des foulées lors de la course. Lorsque le membre est à l'appui, sa contraction assure le maintien de l'angle d'ouverture de l'articulation et évite ainsi l'affaissement du membre. De plus, c'est lui qui assure l'extension du grasset lors de la

propulsion.⁹ La contraction du quadriceps fémoral entraîne une subluxation tibiale crâniale contre laquelle s'oppose le LCCr.⁴⁸

Les faisceaux crâniaux du **muscle biceps fémoral** et la bande crâniale du **muscle semi-membraneux** situés à la face caudale de la cuisse, ainsi que la portion crâniale du **muscle sartorius** et le **muscle tenseur du fascia lata** situés à la face médial de la cuisse, sont des extenseurs plus modérés.⁹

B. Muscles fléchisseurs du genou

Il s'agit des muscles dont les tendons passent sur la face caudale de l'articulation.

Les fléchisseurs majeurs du grasset sont situés sur la face caudale de la cuisse. Il s'agit du **muscle semi-tendineux**, de la bande caudale du **muscle semi-membraneux** et des faisceaux caudaux du **muscle biceps fémoral**. Ces muscles sont fléchisseurs du grasset pendant la phase de soutien.⁹

Le **muscle gastrocnémien** et le **muscle fléchisseur superficiel des doigts**, situés sur la face caudale de la jambe, ainsi que le **muscle gracile** et la portion caudale du **muscle sartorius** situés sur la face médiale de la jambe, sont des fléchisseurs plus modérés.⁹

Les tendons des muscles semi-tendineux, biceps fémoral, gracile, gastrocnémien et fléchisseur superficiel des doigts se rejoignent pour former le tendon calcanéen commun qui prend attache sur la tubérosité calcanéenne.⁹

	MUSCLES EXTENSEURS DU GENOU	MUSCLES FLECHISSEURS DU GENOU
MAJEURS	<ul style="list-style-type: none"> - quadriceps fémoral 	<ul style="list-style-type: none"> - semi-tendineux - bande caudale du muscle semi-membraneux - faisceaux caudaux du biceps fémoral
MODERES	<ul style="list-style-type: none"> - faisceaux crâniens du biceps fémoral - bande crâniale du semi-membraneux - portion crâniale du sartorius - tenseur du fascia lata 	<ul style="list-style-type: none"> - gastrocnémien - fléchisseur superficiel des doigts - gracile - portion caudale du muscle sartorius

Figure 12 : Muscles extenseurs et fléchisseurs de genou

C. Muscles assurant la stabilité en valgus et en varus

Ces muscles agissent en association avec le ligament collatéral latéral pour la stabilité en valgus et avec le ligament collatéral médial pour la stabilité en valgus mais également en association avec le LCCr pour la stabilité en valgus et en varus lorsque le genou est fléchi.

Les **muscles gracile, sartorius, semi-tendineux** et **semi-membraneux** situés à la face médiale du membre sont adducteurs et assurent la stabilité en valgus.

Les **muscles biceps fémoral** et **vaste latéral** situés à la face latérale du membre sont abducteurs et assurent la stabilité en varus.⁹

MUSCLES ADDUCTEURS DU GENOU	MUSCLES ABDUCTEURS DU GENOU
<ul style="list-style-type: none"> - gracile - sartorius - semi-tendineux - semi-membraneux 	<ul style="list-style-type: none"> - biceps fémoral - vaste latéral

Figure 13 : Muscles adducteurs et abducteurs de genou (stabilité en valgus et varus)

D. Muscles rotateurs du genou

Le genou peut subir des mouvements modérés de rotation interne et externe dans le plan horizontal.

Les **muscles semi-tendineux, semi-membraneux et poplité** permettent la rotation interne du genou à laquelle s'oppose le LCCr lors de la flexion du membre.

Les **muscles vaste latéral et biceps fémoral** sont rotateurs externes.⁹

MUSCLES ROTATEURS INTERNES DU GENOU	MUSCLES ROTATEURS EXTERNES DU GENOU
<ul style="list-style-type: none">- semi-tendineux- semi-membraneux- poplité	<ul style="list-style-type: none">- vaste latéral- biceps fémoral

Figure 14 : muscles rotateurs du genou

IV. VASCULARISATION

Les artères caudales du genou, issues de l'artère poplitée, irriguent la capsule articulaire caudale.

L'artère latérale proximale du genou, issue de l'artère fémorale caudale distale, irrigue la capsule articulaire latérale.

L'artère descendante du genou, issue de l'artère fémorale, irrigue la portion médiale de la capsule articulaire avec la branche articulaire géniculée de l'artère saphène.³⁷

Les ménisques ne reçoivent une vascularisation que pour leur partie périphérique. La portion centrale est dévascularisée. La cicatrisation n'est possible que pour les lésions touchant la zone vascularisée. On notera que la grande majorité des lésions des ménisques (85 %) concernent la zone dévascularisée.¹⁷

V. INNERVATION

A. Innervation sensitive

Elle est assurée par des branches du nerf tibial et du nerf fibulaire commun.³⁷

B. Innervation motrice

L'extension du genou est commandée par le nerf fémoral, nerf moteur du muscle quadriceps fémoral.

La flexion est assurée par le nerf sciatique, nerf moteur des muscles caudaux de la cuisse.³⁷

CHAPITRE II : BIOMECHANIQUE DU GRASSET

La biomécanique est la mécanique physique appliquée au vivant. Elle concerne les interrelations entre les organes en reliant les forces aux déplacements. Des modélisations physiques permettent d'analyser les forces auxquelles sont soumis les différents éléments de l'appareil locomoteur au cours des mouvements.

I. MOUVEMENTS NORMAUX DU GRASSET

Les mouvements normaux du grasset s'effectuent dans trois plans par rapport à l'axe du corps du chien. Les mouvements de flexion et d'extension s'effectuent dans un plan parasagittal, les mouvements de valgus et varus s'effectuent dans un plan transversal et les mouvements de rotation interne et externe s'effectuent dans un plan horizontal.

A. Mouvements de flexion-extension et mouvements rotatoires

Chez le chien, l'amplitude normale du mouvement de flexion-extension est d'environ 140°.⁵² De par la conformation de l'articulation et les contraintes ligamentaires et musculaires, le mouvement de flexion-extension s'accompagne d'un mouvement de rotation du genou dans plan horizontal.

En flexion, le relâchement du ligament collatéral latéral permet un déplacement caudal du condyle fémoral latéral par rapport au condyle tibial ipsilatéral conduisant à une rotation interne du tibia par rapport au fémur. En extension, au contraire, la tension du ligament collatéral latéral entraîne un déplacement crânial du condyle fémoral latéral par rapport au condyle tibial ipsilatéral conduisant à une légère rotation externe du tibia par rapport au fémur. (Fig. 15) Ce mouvement rotatoire qui se produit au cours du mouvement de flexion-extension est appelé « mécanisme du tournevis » ou « *screw home mechanism* » et existe aussi chez l'homme.⁵²

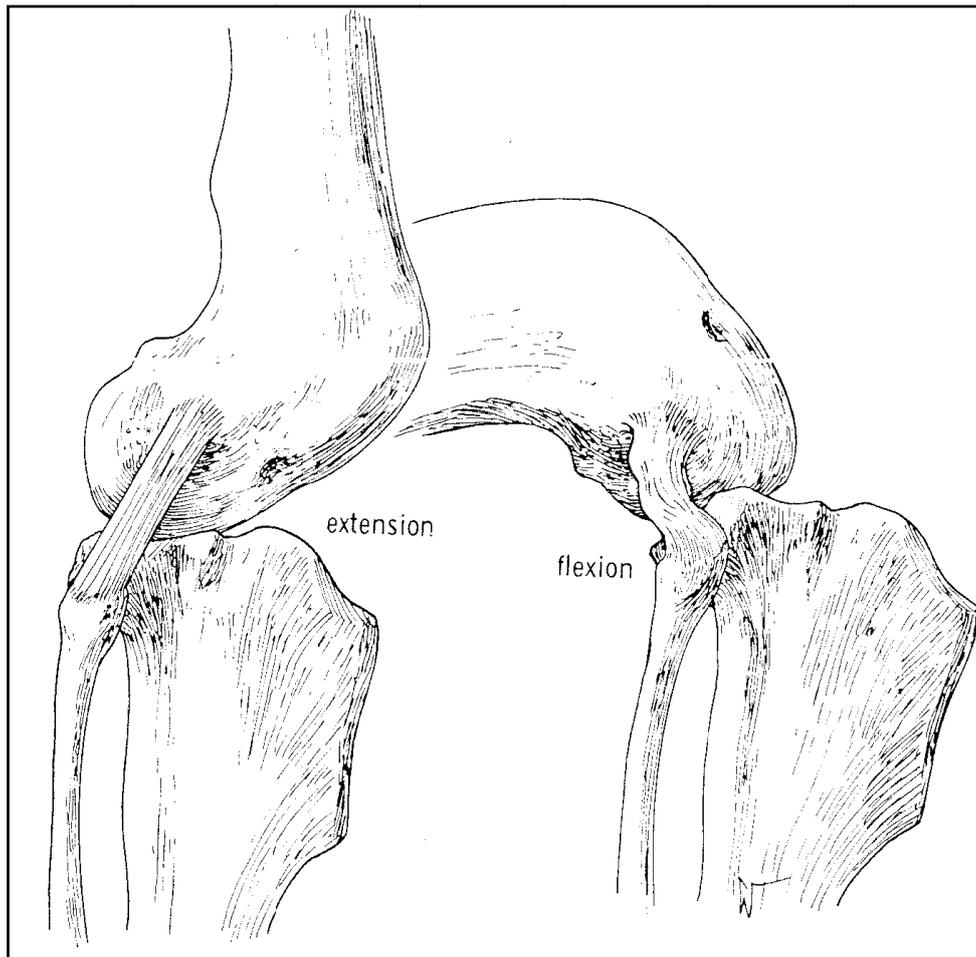


Figure 15 : Ligament collatéral latéral lors de l'extension et de la flexion du genou droit : tendu en flexion, relâché en extension (d'après ⁵²)

B. Mouvements de valgus et varus

Ce sont les mouvements du tibia par rapport au fémur s'effectuant dans le plan transversal et dont l'axe de rotation est situé dans l'articulation du genou.

Le mouvement de valgus correspond à la rotation latérale du tibia par rapport au fémur. Le mouvement de varus correspond à la rotation médiale du tibia par rapport au fémur.

Les deux ligaments collatéraux préviennent un excès de valgus ou de varus. Le ligament collatéral médial s'oppose à un valgus excessif alors que le ligament collatéral latéral s'oppose à un varus excessif.

Au cours de la flexion, alors que le ligament collatéral latéral est détendu, les ligaments croisés contribuent au contrôle de la stabilité de l'articulation en varus.

II. MODELISATION « PASSIVE » DU GRASSET

Le genou est traditionnellement considéré comme une articulation fonctionnant dans le seul plan parasagittal, pour la flexion et l'extension.

Slocum et al., en 1993, décrivent un modèle simple à quatre barres de liaison contrôlant le mouvement de l'articulation.⁴⁸ (Fig. 16) Ce modèle implique que le genou fonctionne dans le seul plan parasagittal et sans aucun frottement. Dans ce modèle, les ligaments croisés sont les seuls éléments de liaison entre le fémur et le tibia et leur longueur est à l'origine de la distance séparant les deux os.

Les quatre barres constituant le système sont : le LCCr, le LCCd, la portion du fémur séparant les points d'attache proximaux des deux ligaments, et la portion du tibia séparant les points d'attache distaux des deux ligaments.

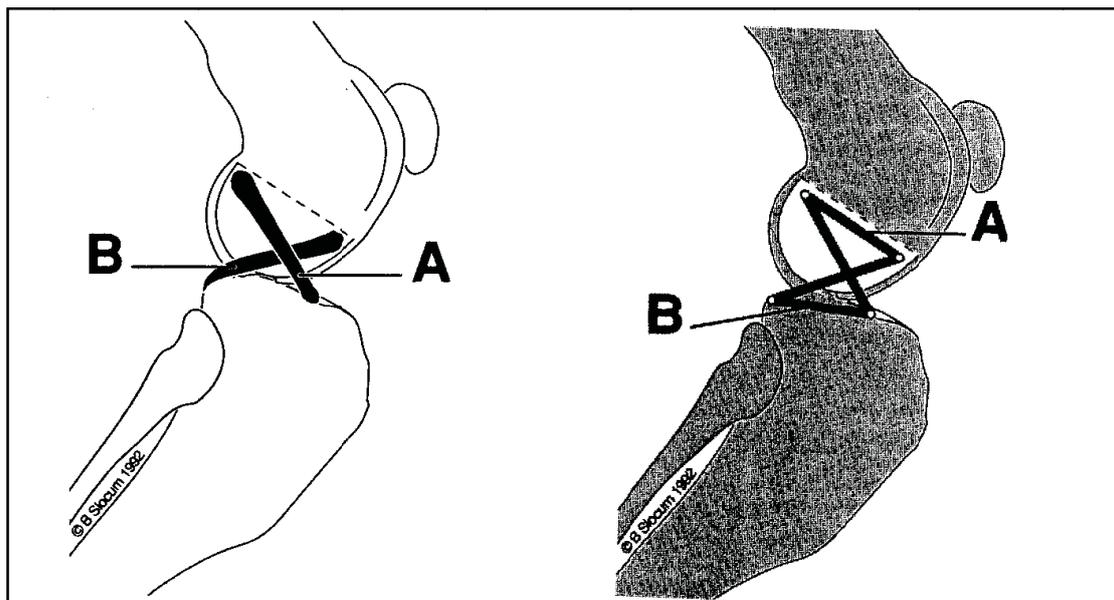


Figure 16 :

A gauche : vue latérale du genou montrant le LCCr (A) et le LCCd (B)

A droite : modèle à 4 barres de liaison contrôlant les mouvements du genou. Les insertions proximales des ligaments croisés sont situées sur le fémur (A). Les insertions distales des ligaments croisés sont situées sur le tibia (B)

(d'après ⁴⁴)

Ce modèle est appelé modèle passif car dans celui-ci, le genou est entièrement dépendant de ces deux ligaments, qui, à eux seuls, assurent passivement la stabilité du genou lors de la flexion et de l'extension et limitent l'apparition d'autres mouvements ou une exagération de la flexion ou de l'extension. Ce modèle explique qu'une rupture du LCCr entraîne une translation crâniale du tibia par rapport au fémur.⁴⁸ (Fig. 17)

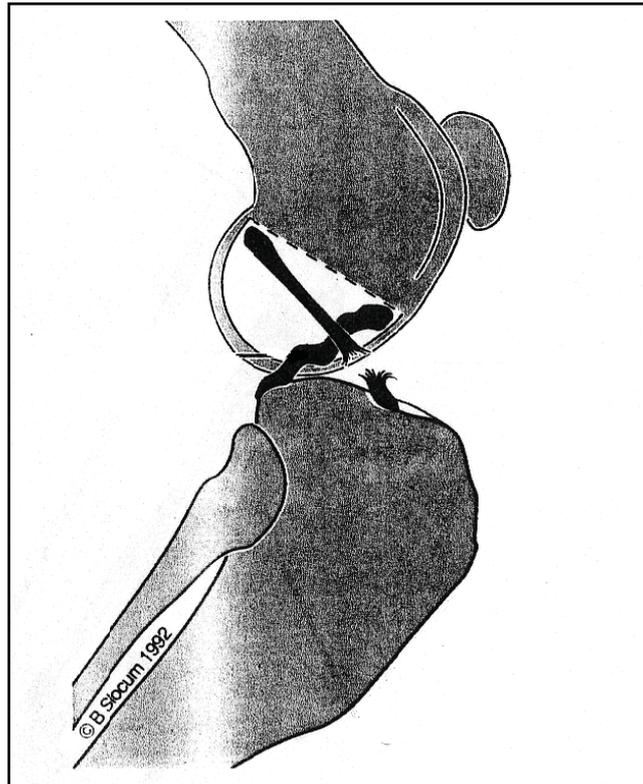


Figure 17 : Rupture du LCCr et mouvement de tiroir antérieur

En 1977, Arnoczky et al. ont décrit pour la première fois le LCCr comme unique structure empêchant cette translation crâniale.⁵

Dans ce modèle traditionnel, la flexion du genou est limitée par le contact entre la cuisse et le mollet, et l'extension est limitée par le contact entre le LCCr et la fosse intercondylienne du fémur.⁴⁸ (Fig. 18 et 19)

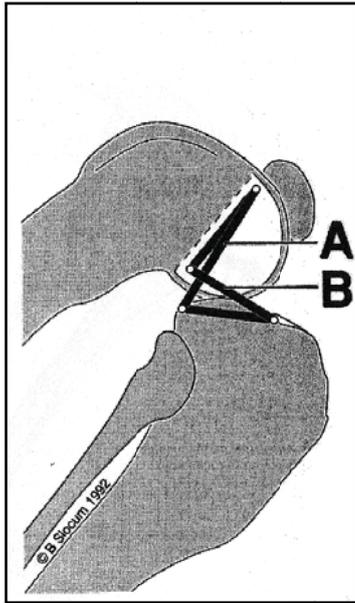


Figure 18 : Flexion du genou limitée par le contact entre la cuisse et le mollet et non pas par le LCCd (A) ou le LCCr (B)

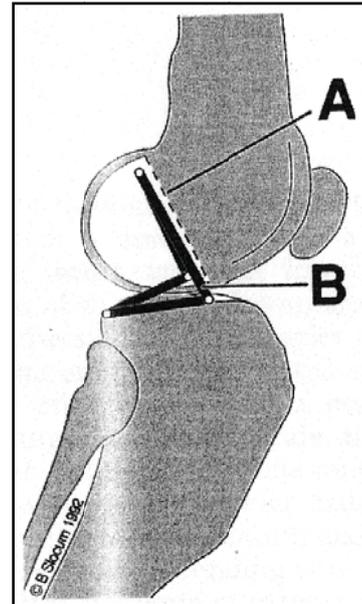


Figure 19 : Extension du genou limitée par le contact entre la partie crâniale de la fosse intercondylienne (A) et le LCCr (B)

Dans le cas d'une hyperextension, le LCCr est étiré car la distance entre ses points d'attache est supérieure à sa longueur initiale et risque donc de se rompre. Cela explique les cas de rupture du LCCr par hyperextension traumatique ainsi que la rupture du LCCr chez des races dont les genoux sont naturellement plus en extension que ceux des autres chiens comme les Chow-Chows ou les Bulldogs.³⁶ En revanche, ce modèle n'explique pas certains types de ruptures du LCCr. Il n'explique notamment pas l'apparition de ruptures partielles ou totales du LCCr chez des chiens dont la conformation du genou n'est pas en hyperextension, excepté par un traumatisme ou une maladie dégénérative de l'articulation d'origine inconnue. On sait de plus que de nombreux chiens ayant eu une activité normale selon les propriétaires, sont présentés en consultation pour rupture du LCCr, sans commémoratif de traumatisme. Il est également reconnu qu'il existe des lésions du ménisque médial associées à la rupture du LCCr mais le modèle traditionnel ne permet pas d'en déterminer la cause. Enfin, l'utilisation du modèle traditionnel passif ne permet pas d'expliquer la variabilité des résultats obtenus après chirurgie de traitement des ruptures du LCCr par différentes techniques de ligamentoplastie intra ou extracapsulaire.⁴⁸

Pour répondre à ces questions, il faut prendre en considération les forces exercées par les muscles et par la masse corporelle du chien (poids) sur l'articulation dans la modélisation du genou. Cette modélisation est la modélisation « active » du grasset.⁴⁸

III. MODELISATION « ACTIVE » DU GRASSET

En 1978, Henderson et al. ont décrit le test de compression tibiale comme test diagnostique de la rupture du LCCr.²⁵ Ce test consiste à fléchir l'articulation du jarret de façon à tendre la corde du jarret et d'ainsi mettre en évidence une translation crâniale du tibia par rapport au fémur lorsqu'il existe une rupture du LCCr. Lorsque Henderson et al. réalisent ce test, il reproduisent la force exercée sur le genou lors de l'appui.

A. Forces appliquées sur le genou lors de l'appui

Il s'agit du poids du corps, de la force exercée par les muscles dont les tendons passent par la face crâniale de l'articulation, de la force exercée par les muscles dont les tendons passent par la face caudale de l'articulation, et de la force exercée par le muscle gastrocnémien.

1. Force exercée par les muscles dont les tendons passent par la face crâniale de l'articulation

Il s'agit des muscles de « l'avant de la cuisse » et en particulier du muscle quadriceps fémoral. La contraction de ce groupe de muscle exerce une traction antéro-proximale sur le tibia par l'intermédiaire des ligaments fémoro-patellaire et tibio-patellaire. Leur action est donc opposée à celle du LCCr.²⁵ (Fig. 20)

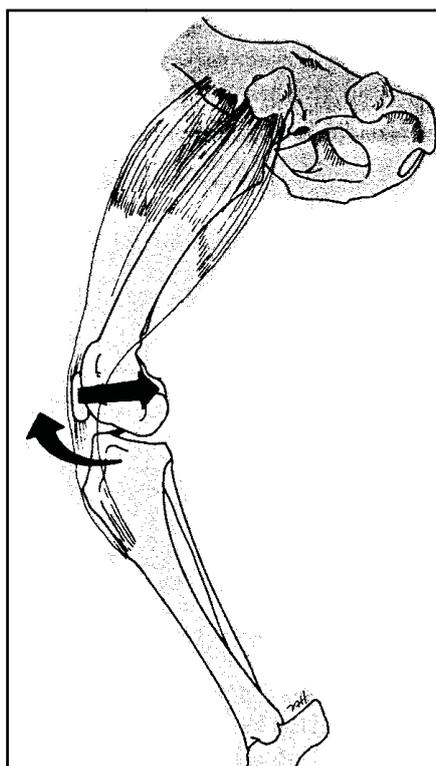


Figure 20 : Traction antéro-proximale (flèche courbe) exercée par le muscle quadriceps sur l'extrémité proximale du tibia. Cette force est opposée à celle exercée par le LCCr (flèche droite (d'après ²⁵))

2. Force exercée par les muscles dont les tendons passent par la face caudale de l'articulation

Il s'agit des muscles de « l'arrière de la cuisse » et en particulier du muscle biceps fémoral, du muscle gracile, de la bande caudale du muscle semi-membraneux et de la bande caudale du muscle sartorius. Leurs insertions distales se situent sur la face caudale du tibia près de l'articulation du genou. La contraction de ce groupe de muscles exerce une traction postérieure sur l'extrémité proximale du tibia. Son action est donc agoniste de celle du LCCr. C'est lorsque le genou est semi-fléchi, ce qui est la position physiologique pour un chien, que ces muscles exercent leur action maximale de maintien de l'articulation, évitant au membre de s'affaisser.²⁵ (Fig. 21)

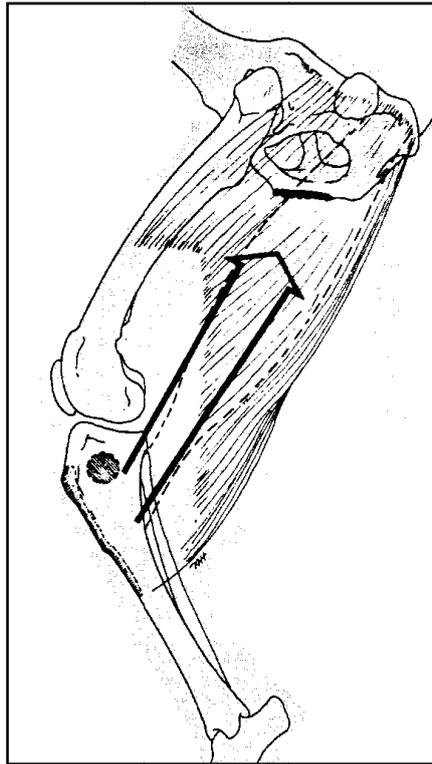


Figure 21 : Traction postérieure exercée par les muscles de « l'arrière de la cuisse » sur l'extrémité proximale du tibia (d'après ²⁵)

3. Force exercée par le muscle gastrocnémien

Il s'agit du muscle se situant sur la face postérieure du tibia. Son insertion proximale se situe sur la face postérieure du fémur près de l'articulation et son insertion distale se fait par l'intermédiaire du tendon calcanéen commun sur le calcanéum.

La contraction de ce muscle provoque l'extension du jarret lorsque le membre est au soutien. Elle provoque une légère flexion du genou accompagnée d'une traction postérieure sur l'extrémité distale du fémur lorsque le membre est à l'appui. La traction exercée sur la portion distale du fémur est antagoniste au rôle du LCCr.²⁵ (Fig. 22)

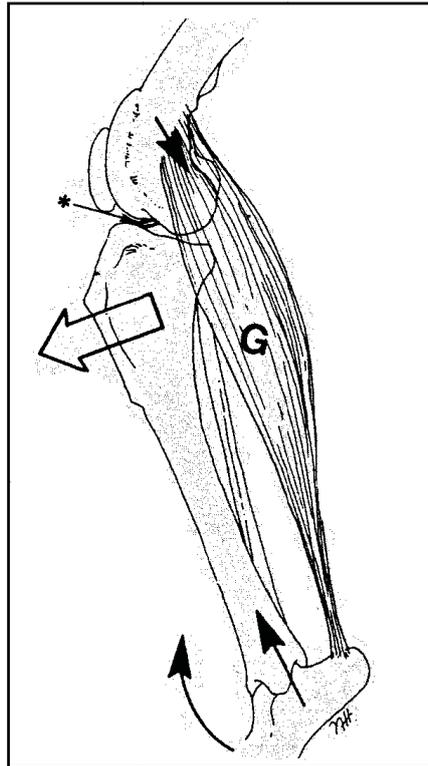


Figure 22 : Traction postérieure exercée par le muscle gastrocnémien (G) sur l'extrémité distale du fémur lors de l'appui. Cette traction est antagoniste au rôle du LCCr () (d'après ²⁵)*

4. Action du poids du corps

Le poids du corps est la force induite par la masse corporelle du chien. C'est une force de direction perpendiculaire au sol transmise en partie au plateau tibial via le fémur. Nous avons vu que le plateau tibial n'est pas perpendiculaire à l'axe fonctionnel du tibia chez le chien. De plus, le point de contact entre les deux surfaces articulaires se situe crânialement à cet axe.⁴⁴ Une partie du poids du chien appliquée sur le plateau tibial génère donc une force en direction crânio-distale, au point de contact des deux surfaces articulaires. Cette force liée au poids se décompose en une force compressive dont la direction est celle de l'axe fonctionnel du tibia et qui crée une poussée du tibia vers le sol, et en une force crâniale et perpendiculaire à cette dernière qui crée une poussée crâniale de l'extrémité proximale du tibia, ou poussée tibiale crâniale. (Fig. 23)

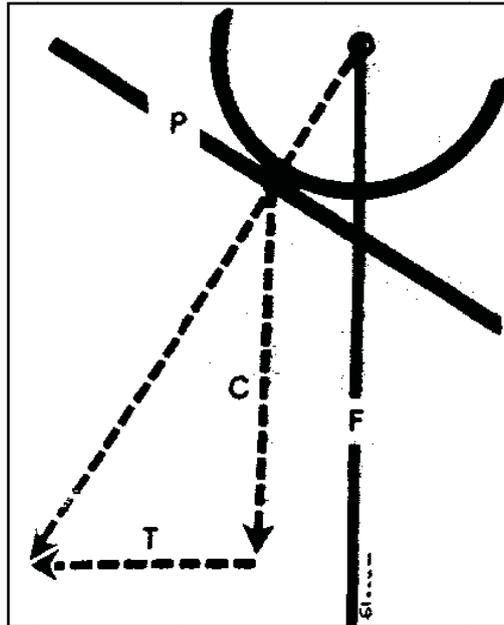


Figure 23 : Forces appliquées sur le plateau tibial (P) lors de l'appui : résultante de l'action d'une force compressive (C), de direction parallèle à l'axe fonctionnel du tibia (F), et de la poussée tibial crâniale (T)

La poussée crâniale de l'extrémité proximale du tibia, ou « poussée tibiale crâniale », est opposée à l'action du LCCr et peut expliquer à elle seule le mouvement de translation crâniale du tibia par rapport au fémur lors de l'appui ou lors du test de compression tibiale décrit par Henderson et al. lorsque le LCCr est rompu.⁴⁴

FORCE APPLIQUEE SUR LE GENOU	ACTION DE LA FORCE SUR LE GENOU	ACTION DE LA FORCE PAR RAPPORT A CELLE DU LCCr
Force exercée par les muscles dont les tendons passent sur la face crâniale de l'articulation	Traction antéro-proximale sur l'extrémité proximale du tibia	Antagoniste
Force exercée par les muscles dont les tendons passent sur la face caudale de l'articulation	Traction postérieure sur l'extrémité proximale du tibia	Agoniste
Force exercée par le muscle gastrocnémien	Traction postérieure sur l'extrémité distale du fémur	Antagoniste
Poids du corps	« Poussée tibiale crâniale » et compression du tibia vers le sol	Antagoniste

Figure 24 : Effets des forces appliquées sur l'articulation du genou lors de l'appui

B. Définition de la « poussée tibiale crâniale »

La poussée tibiale crâniale est la force agissant sur l'extrémité proximale du tibia et qui tend à la pousser vers l'avant. Cette force générée par l'action du poids du corps sur le tibia lors de l'appui et par l'action des muscles dont les tendons passent sur la face crâniale de l'articulation, c'est-à-dire les extenseurs du membre et en particulier le muscle quadriceps fémoral. Cette force existe chez le chien car chez lui, le plateau tibial n'est pas perpendiculaire à l'axe fonctionnel du tibia et le point de contact des surfaces articulaires fémorale et tibiale est situé crânialement à cet axe. Le poids du corps, outre qu'il génère une force vers le sol, génère une composante vers l'avant. C'est cette dernière composante qui exerce une poussée tibiale crâniale en association avec la force exercée par les muscles dont les tendons passent par la face crâniale de l'articulation.

Les forces qui s'opposent à cette poussée tibiale crâniale sont : la force exercée par les muscles dont les tendons passent sur la face caudale de l'articulation, c'est-à-dire les muscles fléchisseurs du genou qui exercent une traction caudale sur la partie proximale du tibia, et la tension exercée par le LCCr qui empêche la subluxation tibiale crâniale. Notons que les muscles fléchisseurs constituent les éléments actifs de la résistance à la poussée tibiale crâniale alors que le LCCr constitue un élément passif.⁴⁸

FORCES EXERCANT LA POUSSEE TIBIALE CRANIALE	FORCES OPPOSEES A LA POUSSEE TIBIALE CRANIALE
<p>a. Force générée par le poids du corps de direction perpendiculaire à l'axe fonctionnel du tibia</p> <p>b. Traction antéro-proximale de l'extrémité proximale du tibia par les extenseurs du genou</p>	<p>c. Traction caudale de l'extrémité proximale du tibia par les fléchisseurs du genou</p> <p>d. Tension exercée par le LCCr</p>

Figure 25 : Bilan des forces exerçant la poussée tibiale crâniale et des forces s'opposant à la poussée tibiale crâniale

Ainsi, le LCCr est un élément essentiel d'opposition à la poussée tibiale crâniale, et donc à la translation crâniale du tibia par rapport au fémur. On comprend alors que plus la poussée tibiale crâniale est importante, plus le LCCr est sollicité et risque de se rompre partiellement ou totalement.

Une piste intéressante pour le traitement des ruptures du LCCr serait donc de lutter contre la poussée tibiale crâniale. Si on arrivait à diminuer voire à annuler cette force, le LCCr ne serait plus nécessaire à la stabilité antéro-postérieure du genou lors de l'appui. Dans le cas d'une rupture partielle du LCCr, la diminution voire l'absence de sa sollicitation pourrait éviter une rupture totale. Dans le cas d'une rupture complète du LCCr, la diminution ou l'élimination de la poussée tibiale crâniale éviterait d'avoir à le remplacer par une prothèse ligamentaire.

C. Intérêt de la modélisation « active » du genou

Contrairement à la modélisation passive qui ne tient compte que des structures passives de stabilisation du genou que sont les deux ligaments croisés, la modélisation active prend en considération, non seulement ces structures passives, mais également les forces agissant sur le genou lors de l'appui. La modélisation active met notamment en évidence la force générée par le poids du corps et la traction antéro-proximale exercée par les extenseurs du genou : la poussée tibiale crâniale. Cette poussée tibiale crâniale est une force à laquelle s'oppose le LCCr lors de l'appui.

La prise en considération de cette force permet d'expliquer certaines ruptures du LCCr, notamment les ruptures sans commémoratif d'hyperextension traumatique du genou. En effet, elle permet d'expliquer une dégradation progressive d'un LCCr beaucoup trop sollicité pour lutter contre la poussée tibiale crâniale. Elle permet également de comprendre certains échecs de traitements chirurgicaux de rupture du LCCr par des techniques de ligamentoplastie intra ou extracapsulaires, y compris lorsqu'elles sont réalisés par des chirurgiens expérimentés. La prothèse ligamentaire est sensée remplir le même rôle que le LCCr ; elle sera donc soumise aux mêmes contraintes que celui-ci et risque donc de se rompre à son tour si la poussée tibiale crâniale reste inchangée. Enfin, elle permet d'expliquer les lésions du ménisque médial associées à la rupture du LCCr. Le ménisque médial est fermement attaché au ligament collatéral médial et à la capsule articulaire. Lors du mouvement de translation crâniale du tibia engendré par la poussée tibiale crâniale, le ménisque médial avance avec le tibia, et le condyle

fémoral médial écrase alors sa corne postérieure, conduisant à des déchirures si les traumatismes sont répétés.¹⁷

IV. METHODES DE REDUCTION DE LA POUSSEE TIBIALE CRANIALE

A. Par diminution de la masse corporelle

Comme le poids du chien intervient dans la poussée tibiale crâniale, une diminution de sa masse corporelle par un régime alimentaire adapté est bénéfique en cas de rupture partielle ou totale du LCCr, mais également pour la prévention de la rupture.¹⁸

B. Par nivellement du plateau tibial

La poussée tibiale crâniale chez le chien est la conséquence de la pente du plateau tibial. Slocum et al., dans leurs travaux de recherche sur le traitement des ruptures du LCCr ont constaté que plus la pente du plateau tibial était élevée, plus la poussée tibiale crâniale était forte.⁴⁴ Ils ont donc entrepris de traiter les chiens atteints de rupture du LCCr par une réduction chirurgicale de la pente du plateau tibial, et donc de la poussée tibiale crâniale, par des techniques d'ostectomie cunéiforme du tibia⁴⁵ ou d'ostéotomie circulaire.⁴⁸

CHAPITRE III : ASPECT CLINIQUE DE LA

RUPTURE DU LIGAMENT CROISE

CRANIAL

La rupture du LCCr est fréquemment associée à une boiterie du membre postérieur correspondant du chien. C'est cette boiterie qui constitue le motif de consultation. La cause de la rupture est souvent inconnue.

Dans un faible pourcentage de cas, la rupture serait purement traumatique, l'animal ayant subi un traumatisme aigu du genou. Ces chiens sont typiquement de jeunes chiens, et la rupture du LCCr consiste le plus souvent en un arrachement osseux de son site d'insertion tibial, ou, moins fréquemment, fémoral.⁵²

Mais la plupart des chiens atteints n'ont pas d'historique de traumatisme. Le motif de consultation est le plus souvent une boiterie franche du postérieur atteint, mais le recueil des commémoratifs permet de révéler que des épisodes de boiterie du membre concerné, et même du membre controlatéral, étaient déjà apparus auparavant, surtout après un exercice physique. Ces éléments font penser à un phénomène dégénératif chronique.⁵²

I. LA RUPTURE DU LCCr CHEZ LE CHIEN :

AFFECTION TRAUMATIQUE OU

DEGENERATIVE ?

Dans une étude rétrospective de 400 cas, Drapé et al. ont mis en évidence une origine le plus souvent dégénérative de la rupture du LCCr : dans 77 % des cas, l'origine dégénérative domine alors qu'une cause traumatique n'est retenue que dans 23 % des cas.¹⁶

Les éléments principaux plaidant en faveur d'une étiologie dégénérative sont : l'âge (61 % des chiens étudiés ont plus de 6 ans et 45 % ont entre 6 et 9 ans), la fréquence des lésions bilatérales (25 % des chiens ont une rupture du LCCr controlatéral dans un délai inférieur à un an), la présence d'arthrose matérialisée par l'existence d'ostéophytes et de lésions cartilagineuses chez des chiens présentant des signes cliniques depuis moins de 15 jours (50 % des chiens ont de l'arthrose sachant que l'apparition de signes macroscopiques d'arthrose

après section expérimentale du LCCr réclame 3 à 4 semaines ⁵¹), l'aspect lésionnel du LCCr visible lors d'une arthrotomie, et enfin l'origine de la rupture d'après les commémoratifs (la majorité des ruptures ayant lieu à la faveur d'un traumatisme mineur ou étant indéterminée).¹⁶ Dans la même étude, Drapé et al. ont ainsi pu établir une classification étiopathogénique des ruptures du LCCr : par traumatisme direct (par un agent contondant ou par hyperextension du grasset consécutive au blocage du membre lors d'un saut par exemple) dans 4 % des cas, par traumatisme fonctionnel (survenant chez de jeunes chiens vigoureux sans antécédent de pathologie dégénérative) dans 19 % des cas, par fragilisation des surfaces articulaires (rupture survenant à la suite d'un traumatisme mineur sur des structures articulaires fragilisées, soit pour des raisons posturales, soit pour des raisons dégénératives dues à des traumatismes répétés, une maladie systémique, ou un simple vieillissement des structures ligamentaires) dans 44 % des cas, et enfin, par dégénérescence des structures articulaires (rupture survenant lors d'un mouvement normal du chien chez des sujets âgés, sédentaires et souvent obèses) dans 33 % des cas.¹⁶ (Fig. 26)

CLASSIFICATION ETIOPATHOGENIQUE	TYPE DE RUPTURE	FREQUENCE
Secondaire à un traumatisme direct	Traumatique	4 %
Secondaire à un traumatisme fonctionnel		19 %
Secondaire à une fragilisation des structures articulaires	Dégénératif	44 %
Secondaire à une dégénérescence des structures articulaires		33 %

Figure 26 : Classification des ruptures du LCCr (d'après ¹⁶)

Ainsi, la rupture du LCCr chez le chien serait le plus souvent d'origine dégénérative. Notons que ce n'est pas le cas chez l'homme, chez qui la rupture du ligament croisé se produit principalement à la suite d'un traumatisme aigu chez des individus pratiquant des sports en pivot (ski, football, base-ball...).¹⁶

II. HISTOPATHOGENIE DE LA RUPTURE DU LCCr

En 1985, Vasseur et al. ont décrit les modifications histologiques microscopiques affectant le LCCr en fonction de la race du chien et de son âge.⁵³ Ils ont pu conclure que ces modifications existaient chez tous les chiens de son étude pesant 15 kg ou plus et âgés d'au moins 5 ans. Ces lésions microscopiques correspondent à une désorganisation spatiale des fibres de collagène. Celles-ci perdent leur agencement linéaire en faisceaux. Les lésions correspondent également à la disparition de fibroblastes et à l'apparition de nombreuses plages sans cellules. Des chondrocytes accompagnés d'une matrice cartilagineuse font leur apparition dans le ligament dégénératif. Enfin, il y a diminution du nombre de vaisseaux sanguins visibles sur les coupes histologiques de LCCr.⁵³

Selon Vasseur et al., il semblerait que cette dégénérescence apparaisse suite à un défaut d'apport vasculaire à l'intérieur du ligament. Paatsama avait déjà remarqué que le site de rupture préférentiel du LCCr se trouvait dans sa partie centrale, la zone où le LCCr et le LCCd s'enroulent partiellement l'un autour de l'autre au cours de la flexion.³⁶ Cet enroulement pourrait être à l'origine d'une compression des vaisseaux sanguins et d'un ralentissement du flux sanguin dans la partie centrale des ligaments croisés.⁵³ Dans son étude histologique, Vasseur et al. ont d'ailleurs constaté que la dégénérescence est plus marquée dans la partie centrale du ligament. De même, ils ont constaté que les lésions histologiques étaient plus importantes en profondeur qu'à la surface du LCCr. De plus, les coupes histologiques montrent que le nombre de vaisseaux est moins important dans la partie centrale du ligament qu'à ses extrémités et moins important en profondeur qu'en périphérie. Ceci vient du fait que la vascularisation des ligaments croisés se fait de la périphérie vers le centre.⁵² (Fig. 27) Tout ceci laisse supposer qu'un défaut d'apport vasculaire entraîne un état d'ischémie dans la région centrale du LCCr. Cette ischémie entraînerait la mort des ligamentocytes, ou bien, dans certains cas, leur transformation en chondrocytes vivant en anaérobiose. La disparition des ligamentocytes serait à l'origine d'une diminution de la synthèse du collagène et donc d'une fragilisation du LCCr.⁵³ Ce type de ligament, fragilisé, est plus susceptible de se rompre qu'un ligament parfaitement sain. C'est ainsi que des ruptures du LCCr peuvent survenir à la suite de traumatismes mineurs.

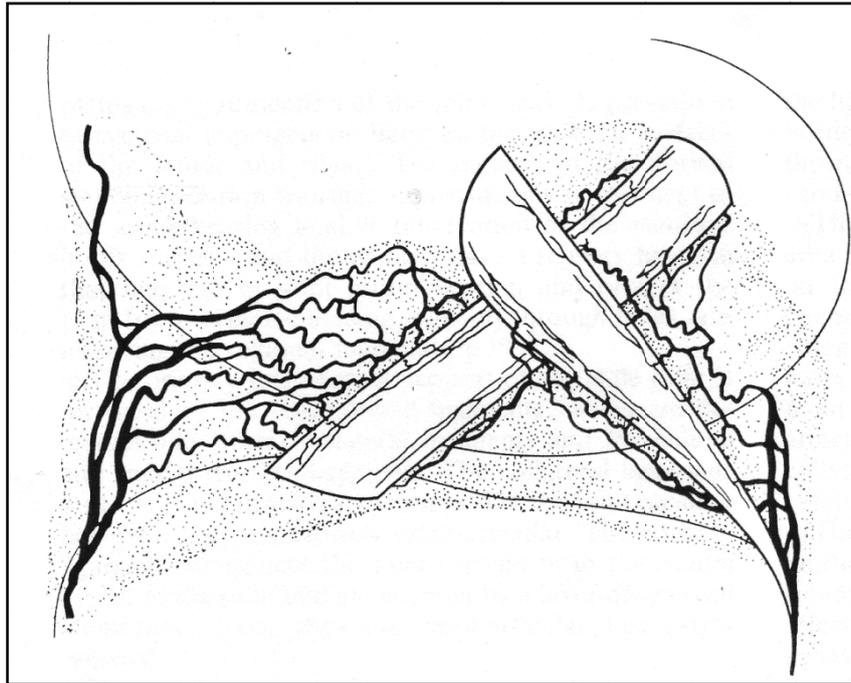


Figure 27 : Vascularisation des ligaments croisés

III. FACTEURS PREDISPOSANTS A LA RUPTURE DU LCCr

a. Influence de la race

Dans l'étude publiée en 1985, Vasseur et al. ont montré que les ruptures du LCCr survenaient d'une manière générale plus tard chez les chiens de poids inférieur à 15 kg (117 mois d'âge en moyenne) que chez les chiens de poids supérieur à 15 kg (58 mois en moyenne).⁵³

Dans une autre étude nord-américaine, réalisée sur 10769 chiens atteints de rupture du LCCr, Whitehair et al. ont mis en évidence une surreprésentation de certaines races comme le Rottweiler, le Terre-Neuve et l'American Staffordshire Terrier par rapport à un lot témoin.⁵⁵

En France, où les lignées de chiens de race sont vraisemblablement différentes, Malet, dans une étude sur 1000 cas n'a pas classé l'American Staffordshire Terrier dans les races à risque. En revanche, il y fait figurer le Beauceron, race absente en Amérique du Nord.²³

On peut penser que cette prédisposition raciale est liée non seulement au poids du chien, mais également à la posture adoptée par certains chiens lors de leurs déplacements : un grasset

trop fléchi stimule le quadriceps et accentue la poussée tibiale crâniale alors qu'un grasset en hyperextension, comme c'est le cas chez le chow-chow et le Bulldog, stimule directement le LCCr et le prédispose à la rupture.³⁶

Cette notion de prédisposition raciale laisse supposer une participation héréditaire à la rupture du LCCr chez le chien.

b. Influence de la surcharge pondérale

Ainsi que nous l'avons vu, le poids du chien influe directement sur l'intensité de la poussée tibiale crâniale. Il est alors aisé de comprendre que, plus un chien a une masse corporelle augmentée, plus son risque d'être atteint d'une rupture du LCCr est important. Ceci est confirmé par l'étude épidémiologique de Duval et al. qui montre que le poids moyen d'une population de 201 chiens de moins de 2 ans atteints est plus élevé que celui de la population de contrôle composée de 804 chiens de moins de 2 ans.¹⁸ De plus, Duval et al., dans cette même étude, mettent en évidence une influence de la stérilisation sur le risque de rupture du LCCr, l'incidence de la rupture du LCCr étant plus importante chez les animaux stérilisés (mâles ou femelles) que chez les animaux non stérilisés.¹⁸ Ceci pourrait en partie s'expliquer par la tendance des animaux stérilisés à prendre du poids.

c. Influence de l'exercice physique

L'activité physique quotidienne joue un rôle important sur la préservation des structures articulaires. Paradoxalement, une privation de stimulation des structures articulaires entraîne leur fragilisation par modification du métabolisme des cellules articulaires.¹ En l'absence de sollicitation des ligaments, le catabolisme du collagène est accru, d'où une perte de masse ligamentaire, et donc une fragilisation des ligaments.²

Ainsi, une sédentarité importante de l'animal doit être considérée comme un facteur de risque de la rupture du LCCr.

d. Influence d'affections concomitantes

3. Luxation de la patelle

La luxation médiale de la patelle entraîne un déplacement de l'axe de transmission des forces à partir du quadriceps. Il semblerait que cette modification de position de l'axe de transmission soit un facteur prédisposant à la rupture du LCCr.³ De plus, l'inflammation articulaire engendrée par la luxation de la patelle modifie la composition du liquide synovial, ce qui a un effet néfaste sur la résistance des ligaments croisés.³⁰ C'est ainsi que les petites races, elles-même prédisposées à la luxation médiale de la patelle, sont souvent atteintes d'une rupture du LCCr.³

4. Sténose de la fosse intercondyalaire

Cette fosse qui sépare les deux condyles fémoraux et dans laquelle se logent les parties proximales des deux ligaments croisés possède une surface parfaitement lisse et régulière chez un individu sain. C'est sur le rebord crânial de cette fosse que vient butter le LCCr lors de l'extension du genou. Des sténoses congénitales ou acquises (apparition d'ostéophytes) de la fosse intercondylienne peuvent être associées à des lésions du LCCr.^{20,21}

IV. SIGNES CLINIQUES ET DIAGNOSTIC DE LA RUPTURE DU LCCr

La rupture partielle ou totale du LCCr est très souvent à l'origine de symptômes dont certains sont suffisamment spécifiques pour assurer le diagnostic.

A. Recueil des commémoratifs

1. Cas des ruptures liées à un traumatisme aigu

Comme nous l'avons, ce n'est pas le cas le plus courant.¹⁶ Les chiens atteints d'une rupture du LCCr par traumatisme aigu présentent une boiterie franche de soutien du membre atteint immédiatement après le traumatisme. Cette boiterie a tendance à diminuer graduellement dans les 3 à 5 semaines suivant la lésion. Le chien peut alors présenter une boiterie d'appui moins évidente. Si l'examen clinique a lieu plusieurs semaines après le traumatisme, le genou n'est en général pas très douloureux lors de la flexion et de l'extension mais il l'est lors de la réalisation d'un mouvement de tiroir. Une amyotrophie des muscles de la jambe peut s'établir avec le temps. En présence d'une telle amyotrophie, le recueil des commémoratifs permet souvent de révéler un épisode de boiterie aiguë du chien au cours des semaines ou mois précédents.⁵²

2. Cas des ruptures liées à un phénomène dégénératif

Dans ce cas, plus fréquemment rencontré¹⁶, la rupture du LCCr s'est constituée progressivement. La date précise d'apparition de la boiterie, si celle-ci est présente, est difficile à identifier. La boiterie est souvent intermittente et augmentée par l'effort. Le genou atteint peut apparaître volumineux, en particulier sur sa face médiale. Cela est dû à un épaississement de la capsule articulaire dans cette zone. Une lésion du LCCr est notée sur le membre opposé dans 25 à 37 % des cas selon les études, soit au moment de l'examen, soit dans l'année suivant la mise en évidence de la première lésion.^{11,15,16} Le risque de rupture du LCCr controlatéral est donc élevé dans le cas d'un phénomène dégénératif.

Dans les cas de rupture par dégénérescence progressive du ligament, le mouvement de tiroir est moins facile à mettre en évidence que dans ceux liés à un traumatisme aigu, en particulier lorsque LCCr n'est que partiellement rompu, et ne provoque pas particulièrement de douleur. Ceci est lié au fait qu'une fibrose de l'articulation s'installe progressivement, diminuant la laxité articulaire. L'instabilité crânio-caudale réduite n'est donc pas toujours facile à mettre en évidence à l'examen orthopédique.

B. Examen clinique

L'animal doit être examiné en déplacement (marche et trot) et au repos (assis et debout).

1. Observation de l'animal en mouvement

Lorsqu'il se déplace, le chien atteint d'une rupture du LCCr présente en général une boiterie avec appui conservé du membre atteint. Ce membre est tenu en position plus fléchie que le membre sain de manière à réduire la charge corporelle qui lui est appliquée.⁵² Dans le cas où les deux ligaments croisés crâniens sont atteints, la dissymétrie de port des deux membres postérieurs est plus difficile à observer.

2. Examen de l'animal au repos

Un examen orthopédique complet doit être pratiqué en laissant toujours le membre susceptible d'être douloureux pour la fin de l'examen, de manière à ne pas augmenter la méfiance de l'animal pouvant engendrer une contraction des muscles de la jambe.⁵²

a. Observation de l'animal assis

Normalement, un chien doit s'asseoir avec ses deux genoux en flexion et symétriques l'un par rapport à l'autre. Le talus se trouve alors au plus près de la tubérosité ischiatique ipsilatérale. Lorsque le chien ne s'assoit pas de cette manière, il faut suspecter en première intention une lésion du genou.

Certains chiens, souvent très bien éduqués, type chien de travail, se positionneront de façon symétrique mais on pourra observer une distance anormalement grande entre le talus et la

tubérosité ischiatique. D'autres chiens s'assoieront de façon asymétrique, ne reposant plus véritablement sur leurs fesses mais plutôt sur la face externe de l'une de leur cuisse ce qui leur permet de laisser un membre en extension.⁴⁶ C'est ce membre qui est suspect d'affection douloureuse du genou. La position privilégiée par le chien quand il s'assoit de cette façon est une position antalgique. Bien sûr, la simple observation de l'animal assis ne suffit pas à établir un diagnostic de rupture du LCCr mais elle suffit souvent pour suspecter une lésion du genou. Slocum et al. affirment même que tous les chiens atteints de rupture du LCCr ne s'assoient pas normalement.⁴⁶

b. Evaluation des masses musculaires

Cet examen se réalise en observant et en palpant les masses musculaires des deux membres postérieurs. Une amyotrophie peut être constatée chez des chiens atteints de rupture du LCCr évoluant de façon chronique. L'amyotrophie est la conséquence d'un soulagement permanent du membre qui est alors moins utilisé. En cas de rupture unilatérale, l'amyotrophie du membre atteint est souvent associée à une hypertrophie des muscles du membre opposé, qui supporte alors une plus grande partie du poids du corps. En cas de rupture bilatérale, les deux membres postérieurs peuvent être amyotrophiés et cela peut s'accompagner d'une hypertrophie des masses musculaires des membres antérieurs.⁴⁶

Le genou atteint apparaît souvent oedématié surtout sur sa face médiale. Cet œdème lié à l'inflammation est d'autant plus visible que les muscles fléchisseurs du genou sont amyotrophiés.⁴⁶

c. Examen de la stabilité crânio-caudale du genou

On préférera examiner les grands chiens sur le sol que sur une table d'examen car c'est une situation moins stressante pour eux. Il s'agit d'évaluer la stabilité crânio-caudale du genou en testant le mouvement de tiroir.⁵²

Ce mouvement de tiroir peut être réalisé de deux manières. Dans les deux cas, l'animal doit être placé en décubitus latéral.

i. Test du tiroir direct

Ce test consiste à évaluer directement le mouvement de tiroir. Pour cela, une main du clinicien saisit l'extrémité distale du fémur, le pouce sur l'un des condyles, l'index sur la patelle et l'annulaire sur l'autre condyle. L'autre main saisit l'extrémité proximale du tibia, le pouce situé sur l'une des faces de l'extrémité proximale du tibia, l'index sur la crête tibiale, et l'annulaire sur l'autre face de l'extrémité proximale du tibia. Ensuite la main tenant le tibia tente de provoquer une avancée du tibia par rapport au fémur sans modifier l'angulation du genou. Ce test doit être réalisé le membre en extension, puis en flexion à 30°. (Fig. 28) Le test est positif si une avancée de l'extrémité proximale du tibia est constatée. Il signe de façon caractéristique une rupture partielle ou totale du LCCr.⁵² Notons également que lors de cette manipulation du genou, l'existence d'un claquement, ou d'un ressaut, (non pathognomoniques) permet également de suspecter une éventuelle lésion méniscale associée à la rupture du LCCr.^{17,22}

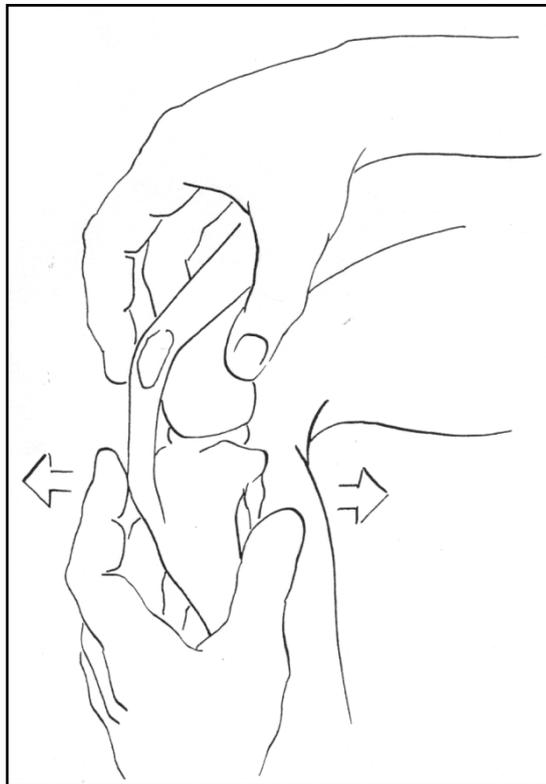


Figure 28 : Test du tiroir direct (d'après ⁵²)

ii. Test de compression tibiale

L'autre manière de tester la stabilité crânio-caudale du genou est d'utiliser le test décrit par Henderson et al. en 1978.²⁵ Pour cela, le genou est placé en légère flexion, celle-ci devant être constante au cours du test. Une main tient l'extrémité distale du fémur, le pouce et l'annulaire placés sur les os sésamoïdes supracondyliques latéral et médial, et l'extrémité de l'index posée sur la crête tibiale. L'autre main exerce alors une flexion du jarret de manière à induire une tension du muscle gastrocnémien et provoquer, en cas de rupture partielle ou totale du LCCr, une avancée de l'extrémité proximale du tibia par rapport au fémur.⁵² (Fig. 29)

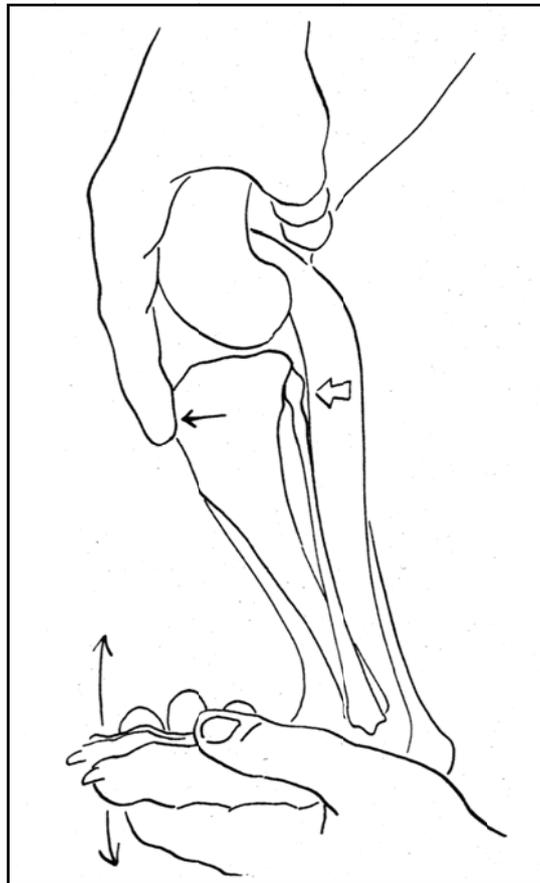


Figure 29 : Test de compression tibiale (d'après ⁵²)

Pour une réalisation correcte de ces deux tests, il est parfois nécessaire de pratiquer une tranquillisation, voire une anesthésie générale de l'animal quand celui-ci est trop stressé, trop contracté ou trop douloureux. En effet, il n'est pas rare que le test du tiroir soit négatif sur un

genou atteint de rupture du LCCr lorsque le chien exerce une contraction musculaire trop importante. Un test du tiroir peut également être faussement négatif si la lésion est chronique et qu'une fibrose de l'articulation s'est progressivement constituée.⁵²

Il est reconnu que le test de compression tibiale est souvent plus intéressant à réaliser que le mouvement de tiroir direct, en particulier chez des animaux grands et musclés. Chez eux, il est en effet plus facile de mettre en évidence une instabilité crânio-caudale du genou lors de rupture du LCCr par cette méthode.

Certains sujets jeunes peuvent présenter un mouvement de tiroir (direct ou indirect) positif sans pour autant être atteints d'une rupture du LCCr (faux positifs). Ceci est lié à une laxité articulaire plus importante chez ce type de sujets. Cependant, le mouvement de tiroir est léger (1 à 3 mm), et marqué par un stop net, à la différence du mouvement de tiroir obtenu en cas de rupture du LCCr. Pour faire la différence, il est essentiel de comparer le degré de laxité des deux genoux.

C. Examens complémentaires

Dans la mesure où l'examen clinique ne permet pas constamment d'aboutir à un diagnostic de certitude de rupture du LCCr, des examens complémentaires sont nécessaires. Ces examens complémentaires peuvent également présenter l'intérêt d'établir un bilan des lésions associées à la rupture du LCCr comme les lésions d'arthrose ou les lésions du ménisque médial.

1. Examens radiographiques

Des radiographies des deux genoux, de face et de profil, doivent être réalisées en utilisant les mêmes constantes pour les deux membres, de manière à pouvoir comparer les clichés de façon optimale. Ces radiographies doivent être réalisées genou et jarret fléchis à environ 90° de manière à mettre en évidence, sur la radiographie, une éventuelle subluxation tibiale crâniale. Cette subluxation se manifeste sur la radiographie de profil par un décalage vers l'avant de l'extrémité proximale du tibia par rapport à l'extrémité distale du fémur, en comparaison avec un genou normal. (Fig. 30 et 31)

La radiographie offre l'autre avantage de mettre en évidence d'éventuelles lésions d'arthrose. Notons que la présence d'arthrose sur le membre opposé au membre atteint, permet d'affirmer

l'existence d'une maladie articulaire touchant les deux genoux et d'établir un pronostic défavorable quand à l'évolution du LCCr controlatéral.⁵²



Figure 30 : Radiographie latérale d'un genou normal (Radiographie : M. Dhumeaux)



Figure 31 : Subluxation tibiale crâniale mise en évidence sur une radiographie d'un genou atteint de rupture du LCC. Remarquer l'avancement du tibia par rapport à l'extrémité distale du fémur, le genou étant fléchi à 90° (Radiographie : Ph. Haudiquet)

2. Ponction de liquide synovial

En cas de rupture totale ancienne, le liquide synovial contient moins de 5000 globules blancs par μl . Ce chiffre n'est pas excessivement élevé et est compatible avec une hypothèse de maladie dégénérative chronique de l'articulation. Dans le cas d'une rupture partielle récente, le liquide synovial est en général plus riche en globules blancs.⁵²

3. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'IRM offre une très bonne visualisation des éléments non calcifiés de l'articulation : ligaments, cartilage articulaire, ménisques, capsule articulaire et vaisseaux sanguins.⁵⁶ Le LCCr sain apparaît comme une structure lisse bien définie, dont le signal est de faible intensité.

Les lésions observables à l'IRM sont : les lésions méniscales, les ruptures ligamentaires, les érosions du cartilage articulaire, les fragmentations ostéochondrales et les épanchements synoviaux.⁵⁶

Lors d'une rupture du LCCr, on observe une discontinuité du ligament, et son trajet normal est perdu. Lors de lésions aiguës chez l'homme, un signal de haute densité apparaît dans le ligament, correspondant à une zone d'hémorragie ou d'œdème.⁴³

Les déchirures méniscales apparaissent chez l'homme comme des zones dont le signal est d'intensité plus élevée que celui des zones saines.⁴³

L'IRM est une technique sensible de détection des ruptures du LCCr, en particulier lorsque celles-ci sont récentes. Cependant, elle donne une moins bonne image des structures calcifiées qu'une radiographie, et est donc moins efficace pour la mise en évidence de lésions d'arthrose. De plus cet examen nécessite une anesthésie générale de l'animal, et le coût de l'examen est élevé.

4. Arthroscopie

L'examen arthroscopique du grasset se réalise sous anesthésie générale et doit respecter tous les principes d'asepsie de la chirurgie orthopédique.⁴¹ Il consiste à introduire un arthroscope à l'intérieur de l'articulation du grasset pour y visualiser les différentes structures. L'exploration arthroscopique du grasset peut se réaliser par une approche parapatellaire

latérale ou médiale.⁴¹ Les cinq compartiments du grasset doivent être explorés successivement : culs de sac péri et supra-patellaires, articulation fémoro-patellaire, compartiment médial, fosse intercondylienne et compartiment latéral.⁴¹

Les lésions à rechercher sont : des lésions cartilagineuses (ex : fissure, souris articulaire...), des lésions osseuses arthrosiques (présence d'ostéophytes sur les lèvres trochléaires, sur la patelle, dans la fosse intercondylienne...), des lésions capsulaires (inflammation, déchirure, perforation...), des lésions ligamentaires (distension, rupture partielle ou totale...), des lésions méniscales (déchirures), des lésions tendineuses du muscle quadriceps et du ligament patellaire (distension, hématome, fibrose, adhérences...).⁴¹

L'arthroscopie permet un diagnostic de certitude de lésion du LCCr. Si la lésion est confirmée, un traitement chirurgical de la rupture peut être envisagé dans le même temps anesthésique.

CHAPITRE IV : TRAITEMENT DE LA

RUPTURE DU LCCr PAR NIVELLEMENT

DU PLATEAU TIBIAL

Depuis 1952³⁶, de nombreuses techniques chirurgicales de traitement des ruptures du LCCr chez le chien ont été décrites. Il s'agit essentiellement de techniques de ligamentoplastie intra ou extra-capsulaires. Ces techniques (ex : prothèse en fascia lata, over the top⁵²) consistent à remplacer le ligament rompu par une prothèse biologique (ex : bande de fascia lata) ou synthétique qui assurera la stabilisation crânio-caudale du genou, comme le faisait le LCCr lorsqu'il était intègre. Le principal risque de ces techniques est le risque de rupture de la prothèse avant l'obtention d'une stabilisation de l'articulation par un phénomène de fibrose articulaire.⁵²

Une alternative à ces techniques consiste à réduire la poussée tibiale crâniale en diminuant chirurgicalement la pente du plateau tibial. Il ne s'agit plus ici de remplacer le LCCr rompu mais de s'opposer à la force qui, lors de l'appui du membre atteint, provoque une avancée de l'extrémité proximale du tibia par rapport à l'extrémité distale du fémur. Après l'intervention chirurgicale, le mouvement de tiroir « direct » ne disparaît pas mais le test de compression tibial qui mime la force s'exerçant sur l'articulation lors de l'appui, lui, disparaît.⁴⁸

C'est Slocum et al. qui, les premiers, se sont penché sur cette nouvelle approche du traitement chirurgical de la rupture du LCCr chez le chien.⁴⁵

Il existe différentes techniques de nivellement du plateau tibial : deux techniques d'ostectomie tibiale crâniale en coin^{13,45}, une technique de d'ostéotomie circulaire, tibial plateau leveling osteotomy (TPLO) proprement dite⁴⁸, une technique d'ostectomie tibiale en chevron²⁶, une technique d'ostectomie tibiale proximale intra-articulaire²⁹, et deux techniques d'ostéotomie de nivellement avec stabilisation par fixateur externe²⁶. Il existe également une technique d'avancement de la crête tibiale qui reprend le principe des techniques de nivellement du plateau tibial : éliminer la poussée tibiale crâniale.²⁷

Avant de décrire ces chirurgies de nivellement du plateau tibial, il est impératif de mesurer l'angle du plateau tibial pré-opératoire, afin de déterminer la correction à lui faire subir.

I. MESURE DE L'ANGLE DU PLATEAU TIBIAL (APT)

a. Techniques de mesure

La mesure de l'APT se fait à partir d'une radiographie en incidence médio-latérale centrée sur l'articulation du genou. Le tibia doit être maintenu parallèle au plan de capture (film radiographique ou capteur numérique) ; les condyles, fémoraux d'une part, et tibiaux d'autre part doivent être parfaitement superposés. La tubérosité intercondyloire doit être aisément discernable dans l'espace interarticulaire. La radiographie doit également inclure l'articulation du tarse.

1. Méthode conventionnelle

La pente du plateau tibial est représentée sur la radiographie par une ligne joignant les bords crânial et caudal du condyle tibial médial. Ceux-ci sont identifiés respectivement par une nette dénivellation du bord crânio-médial du condyle tibial médial, et par le bord caudal du condyle tibial médial, zone d'insertion du LCCd.

L'axe fonctionnel du tibia est représenté par une ligne joignant le point situé à mi-distance des deux tubérosités intercondyloires et le centre du talus.

L'APT est défini par l'angle formé par l'intersection de la ligne matérialisant le plateau tibial et de la ligne perpendiculaire à l'axe fonctionnel du tibia.¹⁴ (Fig. 32)

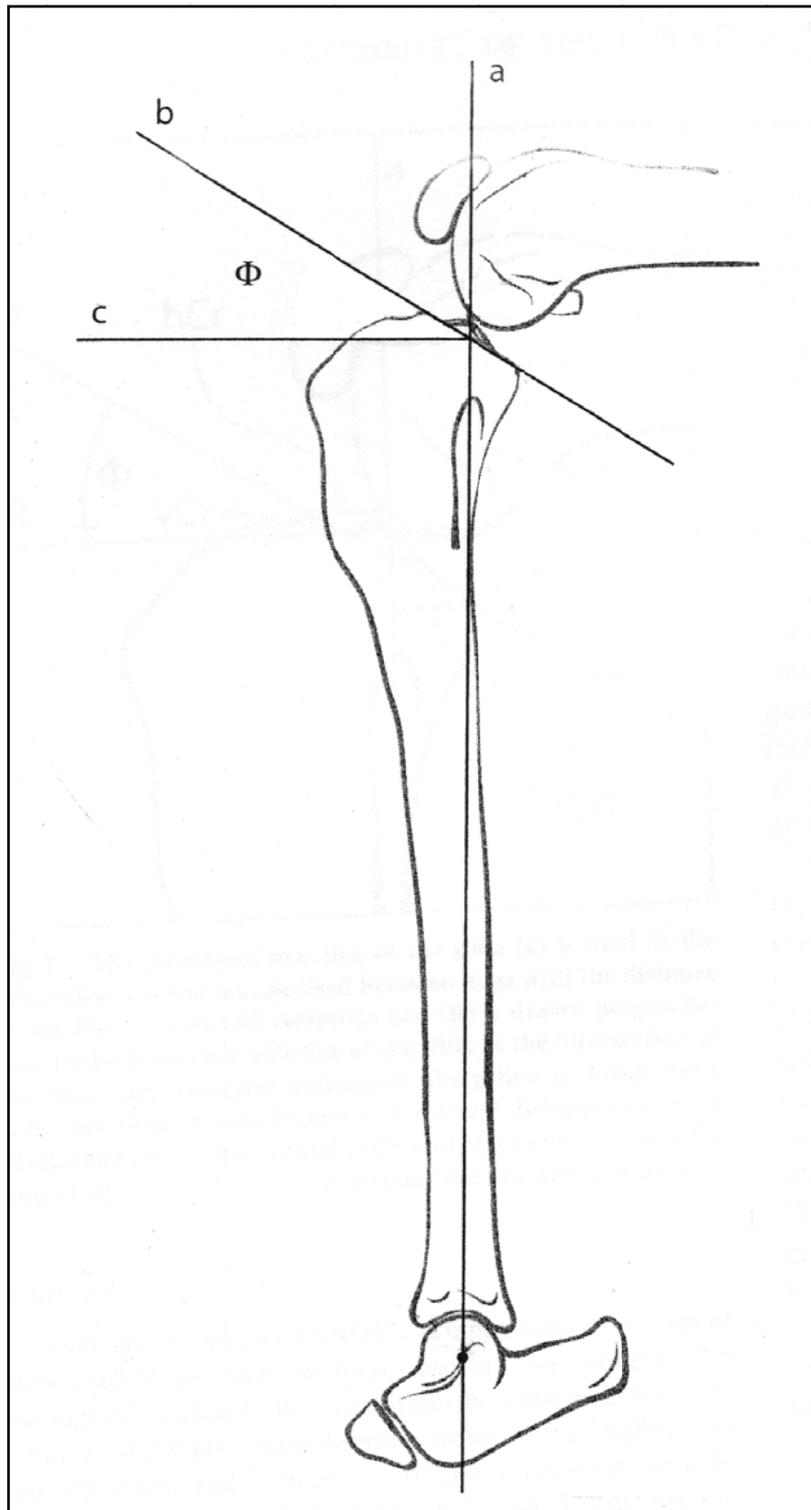


Figure 32 : Détermination de l'APT (Φ) par construction sur une vue latérale du tibia. (D'après ¹⁹)

a : axe fonctionnel du tibia

b : ligne correspondant au plateau tibial

c : ligne perpendiculaire à l'axe fonctionnel du tibia

2. Méthode alternative

L'APT est égal à l'angle formé par l'intersection d'une ligne tangentielle à la portion linéaire observée sur la partie crâniale du condyle tibial médial, et de la droite perpendiculaire à la ligne joignant l'éminence intercondyloire et le centre du talus.¹⁰ (Fig. 33)

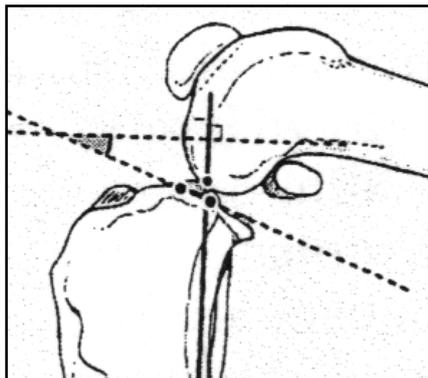


Figure 33 : Détermination de l'APT par utilisation d'une ligne tangentielle à la portion linéaire observée sur la partie crâniale du condyle tibial médial (d'après ¹⁰)

D'après une étude comparant les deux méthodes de mesure de l'APT, la méthode conventionnelle aurait tendance à sous-estimer la valeur réelle de l'APT, et la méthode alternative serait plus précise.¹⁰

b. Intérêt de la mesure pré-opératoire de l'APT

Il existe deux principaux intérêts à la mesure pré-opératoire de l'APT.

1. Mise en évidence d'un APT anormalement élevé

La mesure de l'APT permet d'abord de savoir si le chien possède un APT anormalement élevé. L'APT moyen est d'environ 25°¹⁴ mais sa valeur varie selon les races. Plus l'APT est élevé, plus l'intensité de la poussée tibiale crâniale est grande et plus la tension exercée sur le

LCCr est forte. Le risque de rupture du LCCr est donc augmenté chez des chiens ayant un APT élevé. Cela a été prouvé par une étude comparant l'APT moyen de chiens atteints d'une rupture du LCCr et l'APT moyen de chiens sains.³⁵ En cas de rupture du LCCr par un phénomène dégénératif, la tension exercée sur ce ligament due à la poussée tibiale crâniale pourrait constituer un facteur déterminant dans cette rupture.

2. Calcul de l'angle de rotation à faire subir au plateau tibial

La mesure de l'APT permet également de calculer l'amplitude de la rotation à faire subir au plateau tibial lors de l'intervention chirurgicale pour obtenir l'APT post-opératoire désiré. La valeur de l'APT post-opératoire optimal est variable selon les auteurs.

Plus on réduit la tension exercée sur le LCCr en diminuant la pente du plateau tibial, plus on augmente la tension exercée sur le LCCd qui devient alors le principal élément de stabilisation crânio-caudale du genou. En définitive, on convertit la poussée tibiale crâniale en une poussée tibiale caudale.¹⁴ Une étude réalisée en 2001 montre qu'une diminution trop importante de l'APT prédispose l'animal à un risque de rupture du LCCd.⁵⁴ Cette étude indique également qu'une réduction à 0° de l'APT n'est pas nécessaire pour obtenir la stabilité crânio-caudale fonctionnelle du genou, et qu'un APT de 6,5° +/- 0,9° (moyenne +/- écart type) est suffisant pour restaurer la stabilité.⁵⁴ Cette dernière valeur d'angle serait donc le meilleur compromis pour obtenir à la fois une stabilité crânio-caudale fonctionnelle du genou, et un minimum de tension exercée sur le LCCd.⁵⁴ Toutefois, même à l'aide d'instruments chirurgicaux de mesure, il est difficile d'obtenir exactement la valeur d'APT souhaitée. Slocum et al. recommandent de rechercher un APT post-chirurgical se situant entre 0° et 5°.⁴⁹

Dans tous les cas, l'APT est diminué, ce qui élimine l'instabilité crânio-caudale du genou liée à la rupture partielle ou totale du LCCr.

c. Variabilité des mesures de l'APT

Une étude a été réalisée sur les radiographies de genou de 40 chiens atteints de rupture du LCCr, afin d'évaluer la variabilité des mesures de l'APT effectuées sur une même

radiographie par 11 lecteurs différents d'une part, et la variabilité des mesures effectuées par le même lecteur à plusieurs semaines d'intervalle, sur la même radiographie, d'autre part.

Cette étude a mis en évidence une variation significative de $0,8^\circ$ en moyenne pour les mesures réalisées par des lecteurs différents sur une même radiographie. Elle a également mis en évidence une variation de $1,5^\circ$ en moyenne pour les mesures effectuées par un même lecteur, sur la même radiographie à plusieurs semaines d'intervalle.¹⁹

Ainsi, il semble délicat d'espérer obtenir une mesure parfaitement exacte de l'APT pré-opératoire à partir de radiographies du genou. Cette variabilité des mesures de l'APT est très gênante puisque c'est l'APT pré-opératoire qui permet de calculer l'angle de rotation à faire subir au plateau tibial lors de l'intervention.

II. TECHNIQUE D'OSTEOTOMIE DE NIVELLEMENT DU PLATEAU TIBIAL (TPLO)

Cette technique chirurgicale de nivellement du plateau tibial a été décrite et brevetée par Slocum et al. en 1993.⁴⁸ Elle est couramment appelée «TPLO», abréviation de : « Tibial Plateau Leveling Osteotomy ».

La technique a pour objectif de réduire la pente du plateau tibial en pratiquant une ostéotomie circulaire à l'aide d'une scie oscillante spécialement conçue pour cette intervention.

Pour l'opération, le chien est anesthésié, et préparé aseptiquement du métatarse jusqu'au tiers proximal de la cuisse. Il est positionné en décubitus dorsal.

Une incision est pratiquée sur la partie crânio-médiale du membre, à partir de la patelle jusqu'au tiers proximal du tibia. Une arthrotomie est ensuite réalisée par une incision parapatellaire médiale. La patelle est luxée latéralement et l'articulation est explorée de manière à confirmer le diagnostic de rupture et à exciser les fragments rompus du LCCr. A ce stade de la chirurgie, il est également possible de réaliser une incision transversale de la corne postérieure du ménisque médial caudalement au ligament collatéral médial : incision de relâchement du ménisque médial ou « meniscal release ».⁴⁸

Les insertions des muscles gracile et semi-tendineux, et le chef caudal du muscle sartorius doivent être soulevés du tibia avec précaution de manière à préserver intacte l'attache distale du ligament collatéral médial.⁸

L'ostéotomie du plateau tibial est réalisée à l'aide d'une scie oscillante en cloche. La scie oscillante permet une ostéotomie cylindrique du tibia proximal. Des diamètres de scie différents sont disponibles afin de s'adapter à la taille de l'épiphyse tibiale proximale et de limiter le risque d'avulsion de la tubérosité tibiale.⁵⁰ Le plateau tibial est basculé de manière à obtenir l'angle d'inclinaison souhaité. Cinq degrés fut la valeur retenue par Slocum et al.⁴⁹ L'importance de la rotation du plateau tibial est déterminée par la mesure radiographique pré-opératoire de l'APT. Cet angle peut être converti en une longueur de corde C qui dépend de du rayon R de la scie en cloche selon la formule : $C = 2R (\sin [\alpha/2])$, où α est l'angle en degrés égal à l'APT pré-pératoire – l'APT post-pératoire.¹⁴ Si l'on désire une APT post-opératoire de 5°, alors, $\alpha = \text{APT pré-opératoire} - 5^\circ$. (Fig. 34)

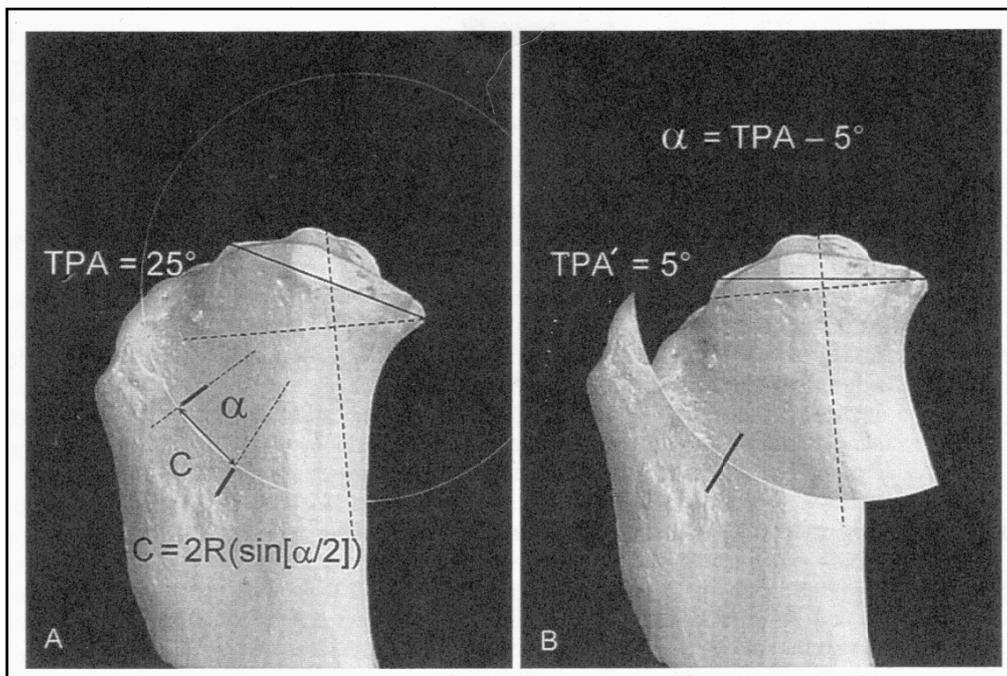


Figure 34 : Calcul de l'APT post-opératoire (TPA') à partir de l'APT pré-opératoire (TPA) et du rayon de courbure (R) de la scie en cloche. (D'après¹⁴)

A : avant ostéotomie

B : après ostéotomie

Lorsque le plateau tibial est correctement incliné, une broche est temporairement implantée à partir de la tubérosité tibiale, et la fixation définitive se fait à l'aide d'une plaque spéciale dite à « tête cobra » fixée sur la face médiale de part et d'autre de la ligne d'ostéotomie à l'aide de 3 vis proximales et de 3 vis distales.⁴⁸ (Fig. 35)

Les muscles gracile, semi-tendineux et sartorius sont ensuite réinsérés crânialement après une irrigation abondante au sérum physiologique. Les tissus sous-cutanés et la peau sont suturés de façon classique.⁴⁸

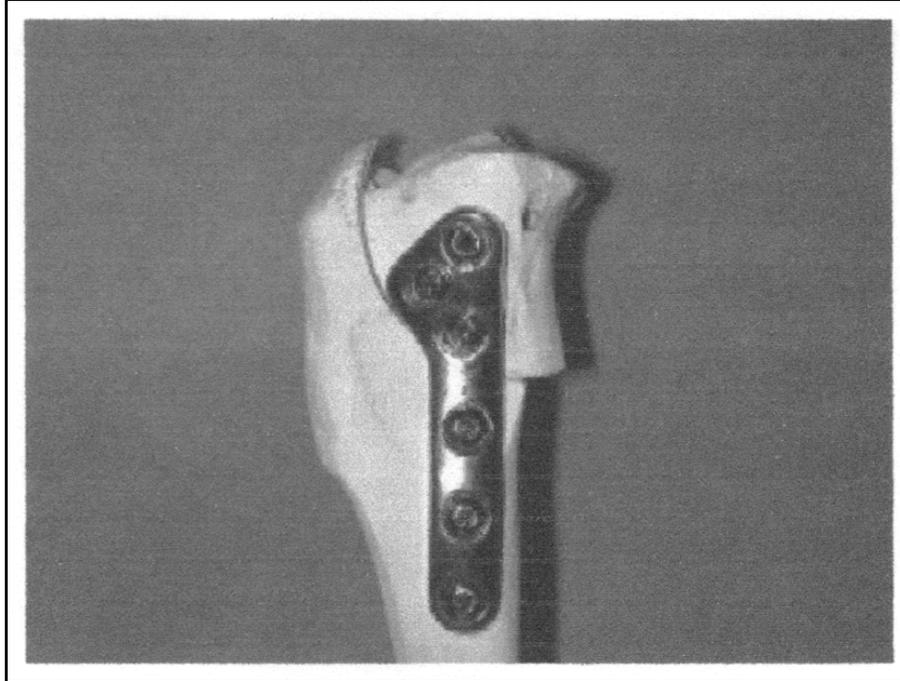


Figure 35 : TPLO réalisée avec fixation d'une plaque sur la face médiale d'un tibia droit

III. TECHNIQUES D'OSTECTOMIE TIBIALE CRANIALE EN COIN

Deux techniques d'ostectomie tibiale crânial en coin ont été décrites à ce jour, l'une en 1984 par Slocum et al.⁴⁵, l'autre en 2003, par Damur et al.¹³. Elle sont parfois appelées « CCWO » abréviation de « cranial closed wedge osteotomy ».

Le principe de ces techniques est le même que celui de la TPLO. Il s'agit toujours de créer une bascule du plateau tibial afin de diminuer l'APT.

A. Technique décrite par Slocum et al. en 1984 ⁴⁵

Cette technique a été la première technique de nivellement du plateau tibial décrite chez le chien. Pour la première fois, la poussée tibiale crâniale a été prise en considération dans le traitement de la rupture du LCCr.

Une incision médiale est réalisée du tiers distal du fémur jusqu'à la moitié du tibia. La patelle est luxée latéralement. L'articulation est ouverte, explorée de manière à confirmer la rupture du LCCr, et lavée. Les débris du LCCr rompu sont retirés. Les ménisques sont également examinés, et les éventuelles lésions méniscales sont traitées.

Le tibia est ensuite préparé pour la réalisation d'une ostectomie sur son tiers proximal. Les insertions des muscles gracile et semi-tendineux sont écartées de l'os. Un guide d'ostectomie est ensuite fixé temporairement à l'os à l'aide de broches. Ce guide permet une localisation précise des deux plans de coupe du coin d'ostectomie. Le coin à retirer se situe juste en dessous de la crête tibiale, et la section concerne les corticales tibiales crâniale et caudale.

Une étude récente, réalisé sur des modèles d'os synthétiques parfaitement identiques, et comparant 5 techniques différentes de nivellement du plateau tibial, a décrit une position légèrement plus proximale du coin d'ostectomie, et des repères précis pour les plans de coupe de l'os.²⁶ Dans la technique décrite, le premier plan de coupe est perpendiculaire à l'axe fonctionnel du tibia et passe par le point d'intersection d'une ligne perpendiculaire au plateau tibial et passant par son milieu, et de l'axe anatomique du tibia (axe joignant le centre du talus au bord crânial du plateau tibial). Le deuxième plan de coupe forme un angle de 24° par rapport au premier car l'APT pré-opératoire des tibias utilisés dans cette étude est de 29°, et que l'APT recherché est de 5°. L'intersection des deux plans de coupe se situe sur la face caudale de l'os.²⁶ (Fig. 36)

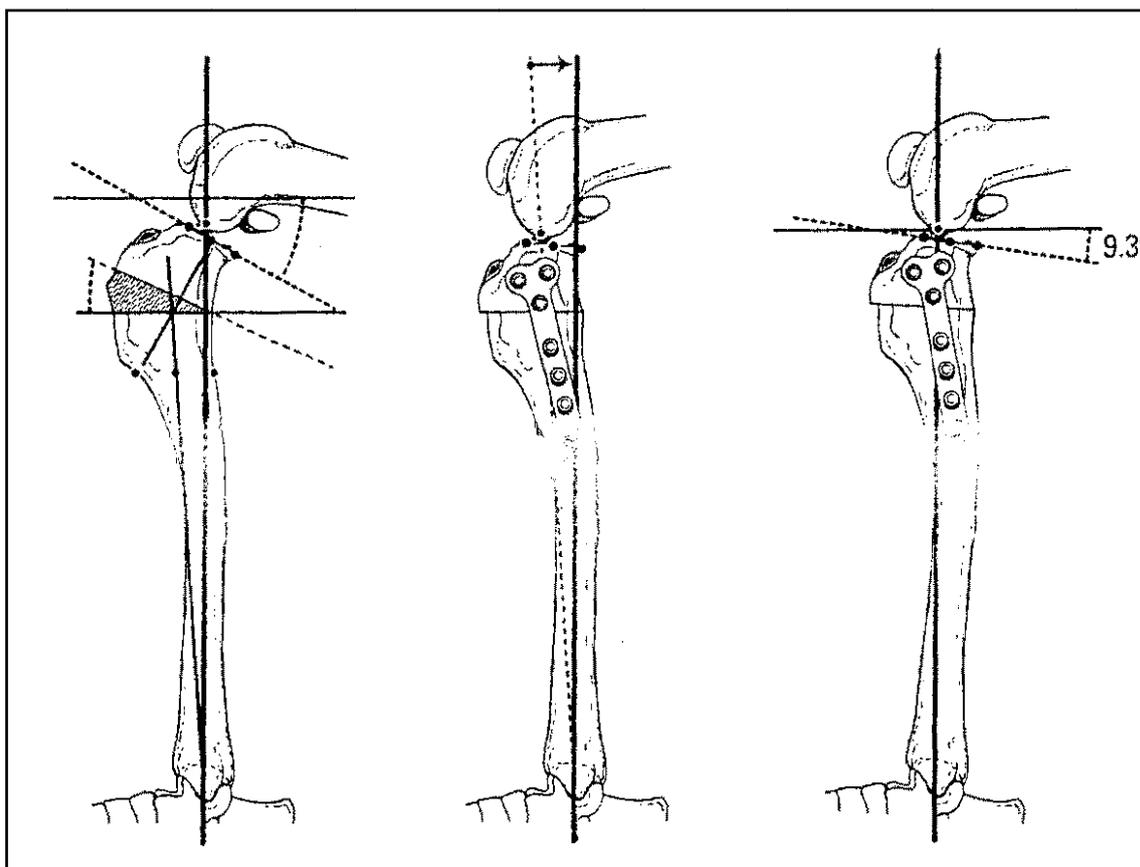


Figure 36 : Ostectomie tibiale crâniale en coin. (D'après ²⁶)

Dans les deux cas, une fois l'ostectomie réalisée, un davier à pointe permet de rapprocher les deux parties de l'os coupé. Il se produit alors une bascule du plateau tibial d'un angle dépendant d'une part de l'APT pré-opératoire, et d'autre part de l'angle du coin d'ostectomie défini par le guide.

Enfin, une plaque est fixée sur la face médiale du tibia afin d'immobiliser la zone où a été réalisée l'ostectomie.⁴⁵

Une alternative à l'utilisation d'un guide d'ostectomie est l'utilisation d'un goniomètre chirurgical permettant une mesure per-chirurgicale du coin d'ostectomie.

B. Technique décrite par Damur et al. en 2003¹³

Dans cette technique décrite plus récemment et effectuée sur 100 chiens atteints de rupture du LCCr, partielle ou totale, uni ou bilatérale, le coin d'ostectomie crâniale est réalisé plus proximale sur le tibia.

Le chien est placé en décubitus dorsal. Une incision crânio-latérale est réalisée du tiers distal du fémur jusqu'à la moitié du tibia. La patelle est luxée médialement. Une arthrotomie latérale et une inspection de l'articulation sont effectuées afin de confirmer la rupture du LCCr. Les débris de LCCr sont retirés.

Une incision médiale est ensuite réalisée de manière à découvrir la face médiale de l'extrémité proximale du tibia. Dans cette technique, les auteurs cherchent à obtenir un plateau tibial perpendiculaire au ligament patellaire. L'angle du coin d'ostectomie nécessaire pour créer une telle orientation du plateau tibial est calculé grâce aux radiographies pré-opératoires. Dans cette étude, cet angle mesurait entre 12 et 15°. ¹³

A l'aide d'un goniomètre chirurgical, le coin d'ostectomie est repéré sur la face médiale de l'extrémité proximale du tibia, entre le site d'insertion du ligament tibio-patellaire, le bord crânial du ménisque médial, et l'extrémité caudo-distale du ligament collatéral médial qui constituera le point de rotation de l'extrémité proximale du tibia. Une scie oscillante permet de réaliser les plans de coupe. Le coin d'ostectomie d'angle désiré est retiré. La corticale tibiale caudale rattachant les parties distale et proximale du tibia est fragilisée par des petits trous réalisées à l'aide d'une mèche de perceuse, et la bascule de la partie proximale du tibia peut être effectuée. Le rapprochement des plans de section est faite à l'aide d'un davier à pointes. La stabilisation définitive en vue de la cicatrisation est réalisée à l'aide de deux vis de traction de longueur adaptée implantées crânio-caudalement. La vis distale est implantée la première, légèrement caudo-latéralement par rapport à la crête tibiale. La vis proximale est implantée dans un deuxième temps, dans une direction légèrement caudo-médiale par rapport à la crête tibiale. (Fig. 37)

Après un lavage articulaire à l'aide d'un soluté isotonique, la capsule articulaire est suturée et les fascias musculaires médial et latéral sont suturés l'un à l'autre en regard de la face crânial du tibia et du genou de manière à renforcer davantage la stabilité crânio-caudale du genou. ¹³

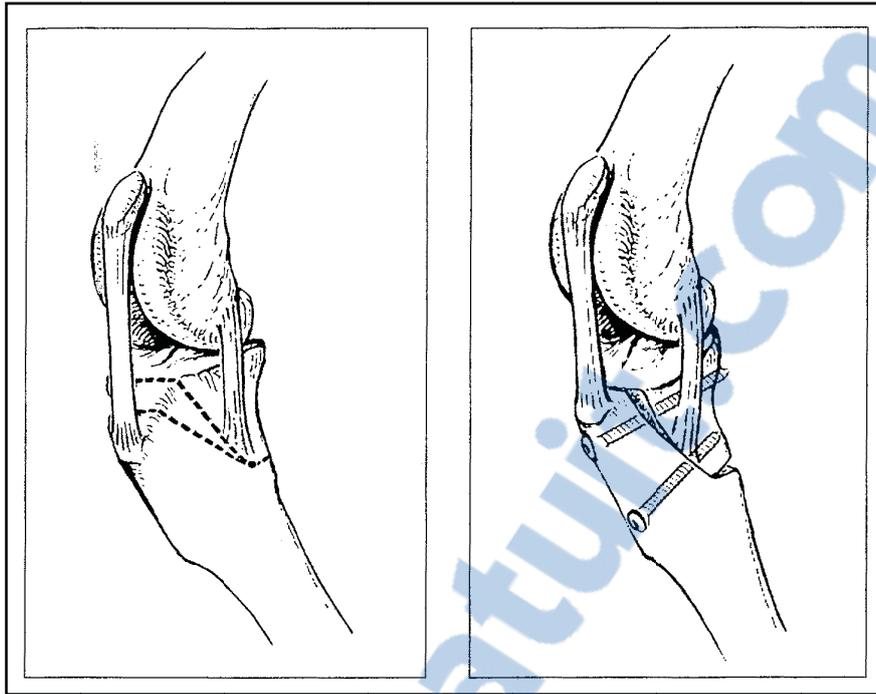


Figure 37 : Ostectomie tibiale crâniale en coin, « technique de Montavon » (D'après ¹³)

IV. TECHNIQUE D'OSTECTOMIE TIBIAL EN CHEVRON (CWO)

Cette technique a été décrite par Hildreth et al. en 2006.²⁶ Les auteurs l'ont dénommé CWO abréviation de « chevron wedge osteotomy ». Elle est une variation de la technique d'ostectomie tibiale crâniale en coin décrite par la même équipe.²⁶ L'intérêt de réaliser une ostectomie en chevron, ou coin en « V », serait une meilleure stabilisation de la zone d'ostectomie par rapport à un coin classique.²⁶ (Fig. 38)

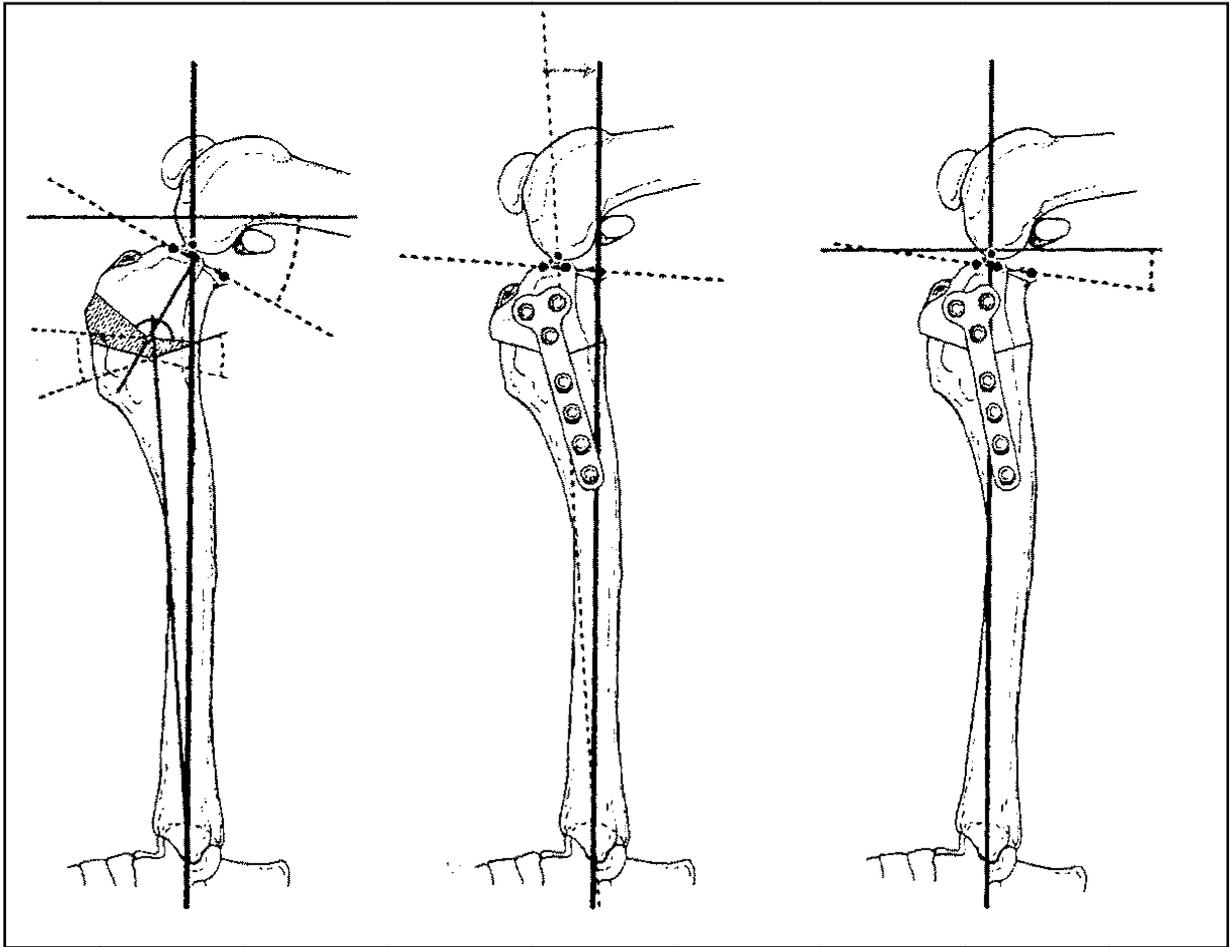


Figure 38 : Ostectomie tibiale en chevron (D'après ²⁶)

V. TECHNIQUES D'OSTEOTOMIE DE NIVELLEMENT AVEC STABILISATION PAR FIXATEUR EXTERNE

Dans leur article comparatif de cinq techniques de nivellement du plateau tibial, Hildreth et al. ont décrit deux techniques d'ostéotomie de nivellement du plateau tibial avec stabilisation par fixateur externe.²⁶ Ces deux techniques ont été réalisées sur des modèles d'os synthétiques conçus spécialement pour cette étude. Aucune étude n'a été publiée concernant l'utilisation de ces techniques sur des animaux vivants.

A. Hinged hybrid circular external fixation (HHCEF) ²⁶

Cette technique consiste à réaliser une ostéotomie transversale du tibia située 10 mm distalement à la tubérosité tibiale. Le plateau tibial peut alors être basculé, et l'APT désiré obtenu (5° dans cette étude).²⁶ La fixation de l'extrémité proximale du tibia dans la position voulue se fait à l'aide d'un fixateur externe composé, entre autres, de deux demi-anneaux de 90 mm de diamètre interne et d'une tige de titane de 150 mm de longueur reliant les deux demi-anneaux l'un à l'autre. Le réglage de la longueur séparant les deux demi-anneaux assure le réglage précis de la rotation à faire subir au plateau tibial.²⁶ (Fig. 39)

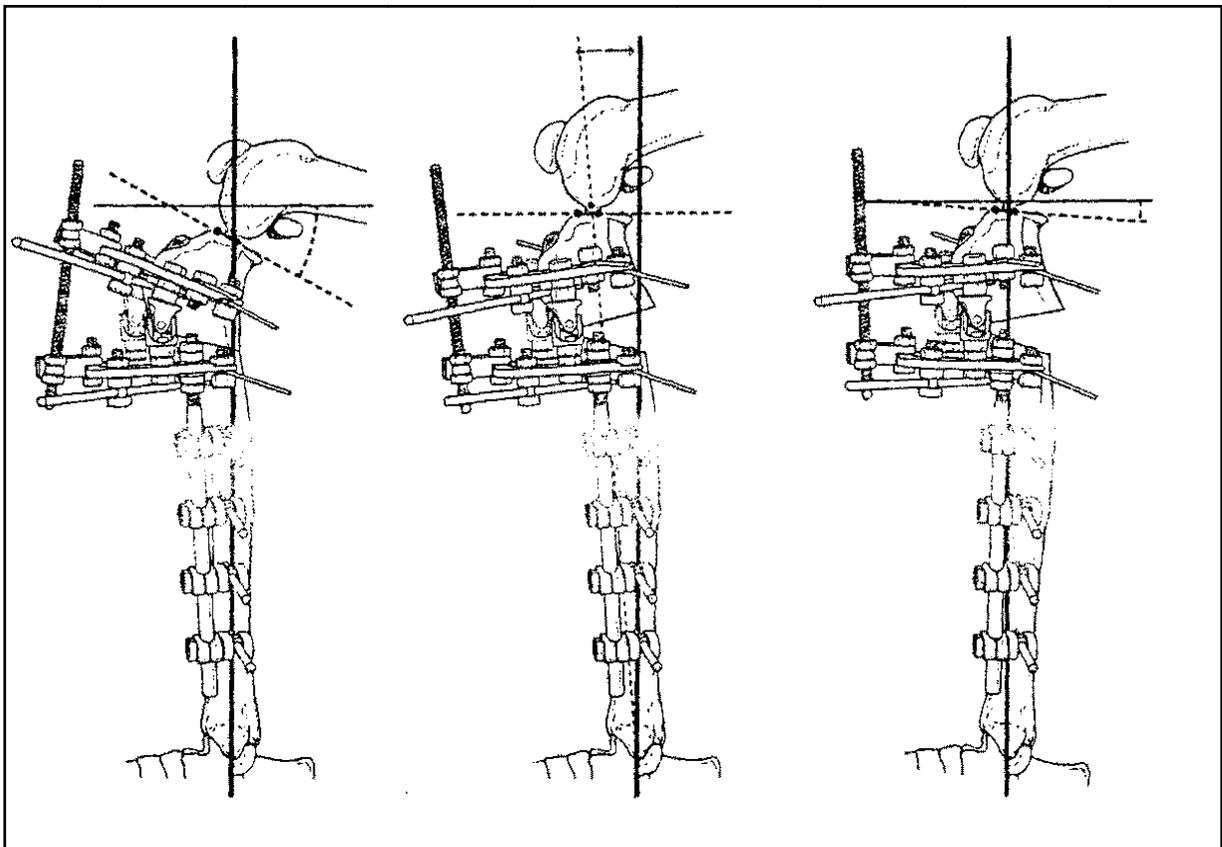


Figure 39 : Hinged hybrid circular external fixation (d'après ²⁶)

B. Wedge osteotomy linear fixation (WOLF) ²⁶

Cette autre méthode d'ostéotomie de nivellement fait intervenir un modèle différent de fixateur externe. Il s'agit d'un fixateur externe linéaire à charnière, implanté sur la face crâniale du tibia. L'ostéotomie transversale se pratique ici au niveau de la région distale de la

crête tibiale. Le réglage de l'angle d'ouverture de la charnière du fixateur externe permet la bascule en direction crâniale de l'extrémité proximale du tibia, et l'obtention de l'APT désiré (5° dans cette étude).²⁶ (Fig. 40)

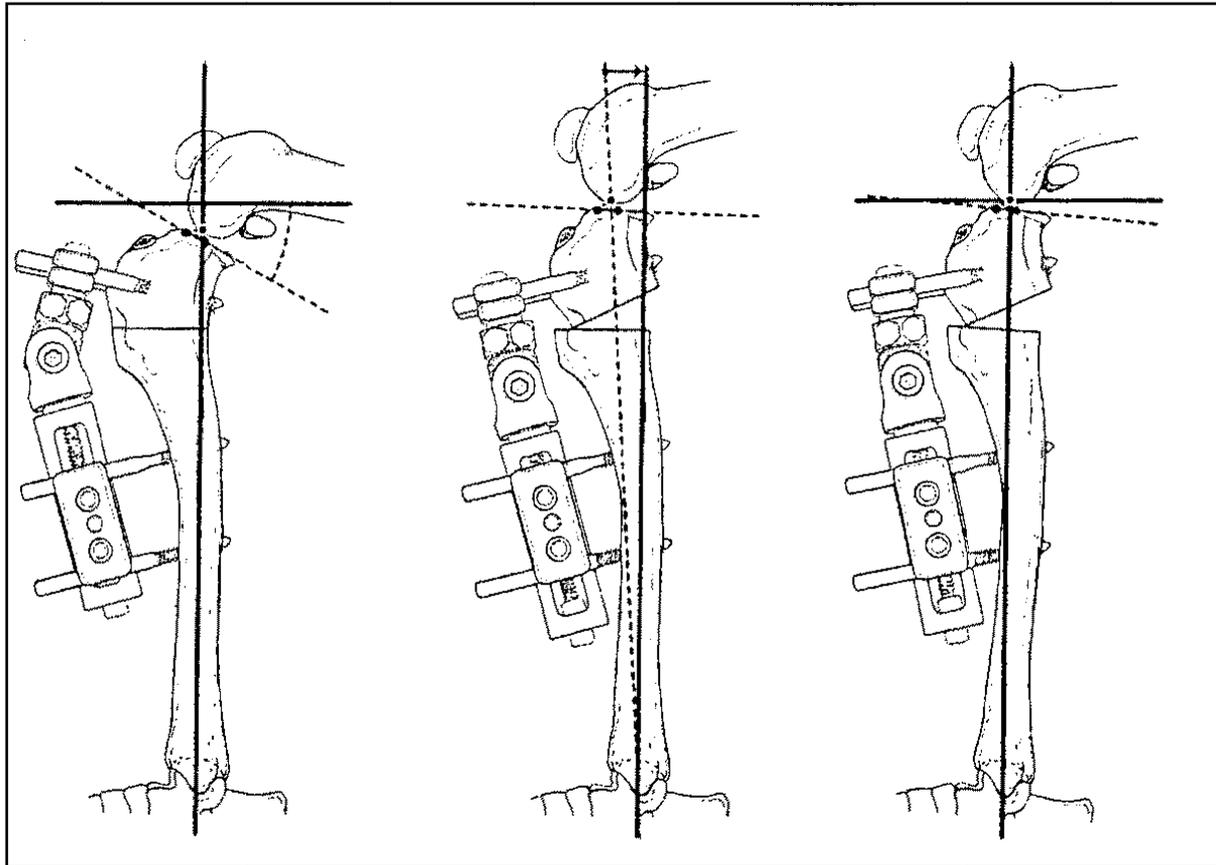


Figure 40 : Wedge osteotomy linear fixation (WOLF) (d'après ²⁶)

VI. TECHNIQUE D'OSTECTOMIE TIBIALE **PROXIMALE INTRA-ARTICULAIRE (PTIO)**

Cette technique a été décrite par Jerram et al. en 2005.²⁹ PTIO est l'acronyme de « proximal tibial intraarticular ostectomy ». Cette technique est largement inspirée de la technique d'ostectomie tibiale crâniale en coin décrite par Damur et al.¹³ L'étude a été réalisée sur 62 genoux de 52 chiens atteints de rupture du LCCr.²⁹

Une incision curviligne est réalisée sur la face latérale du membre, de la partie distale du fémur à l'extrémité distale de la crête tibiale. Après dissection des tissus sous-cutanés, une

arthrotomie latérale est effectuée de manière à examiner le ménisque médial et traiter ses éventuelles lésions, et à enlever les débris du LCA rompu. Le bourrelet graisseux infra-patellaire est systématiquement retiré.²⁹

Les tissus de la face latérale du tibia sont ensuite disséqués plus caudalement. Les muscles tibial crânial, sulcus extensorus, et le tendon du muscle long extenseur des doigts sont écartés. Une petite incision est réalisée sur le fascia du muscle crural au dessus de la fibula, et une ostéotomie de la fibula est réalisée en prenant soin de préserver le nerf fibulaire commun.

Le membre est ensuite positionné pour un abord médial du genou. Une incision cutanée et une dissection des tissus sous-cutanés permettent d'exposer la face médiale de l'extrémité proximale du tibia et le ligament collatéral médial. Un trou situé 0,5 à 1 cm distalement à l'extrémité distale du ligament collatéral médial est percé et plusieurs autres trous sont percés dans la corticale tibiale caudale, de manière à la fragiliser, de la même façon que dans la technique décrite par Damur et al.¹³ Un premier plan de coupe allant du premier trou percé jusqu'à la zone intra-articulaire la plus proximale du tibia (environ 1 cm caudalement au ligament tibio-patellaire) est réalisé. Un deuxième plan de coupe, caudo-proximal au premier, est ensuite effectué, en se servant d'un patron de 5° d'angle, afin d'obtenir le coin d'ostectomie d'angle désiré (10 à 25° dans cette étude), dépendant des mesures de l'APT pré-opératoire. Le coin d'ostectomie est ensuite retiré et les deux abouts osseux sont rapprochés à l'aide d'un davier à pointes. Une vis de traction positionnée crânio-caudalement et légèrement disto-proximale, et une plaque à 6 trous, placée en face médiale de l'os, sont utilisées pour stabiliser le site d'ostectomie. (Fig. 41 et 42)

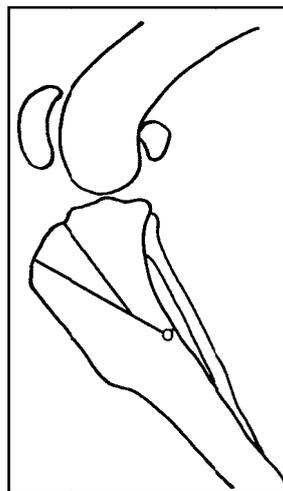


Figure 41 : Schématisation de la technique de PTIO (d'après ²⁹)

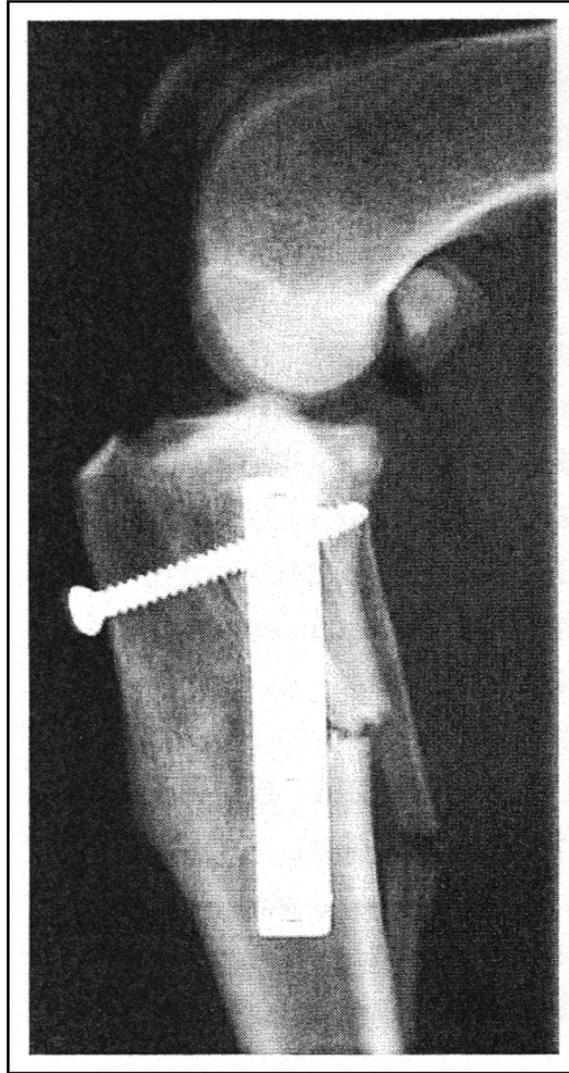


Figure 42 : Radiographie latérale du genou après PTIO (d'après ²⁹)

VII. TECHNIQUE D'AVANCEMENT DE LA CRETE TIBIALE (TTA)

Cette technique a été décrite par Hoffmann et al. en 2006 sur 65 genoux.²⁷ Elle ne consiste pas en un nivellement du plateau tibial. Cependant, nous l'incluons dans cette partie car elle fonctionne selon le même principe que les techniques de nivellement du plateau tibial : une diminution de la poussée tibiale crâniale obtenue par un déplacement crânial de la crête tibiale. TTA est l'acronyme de « tibial tuberosity advancement ».

Après un abord médial de la partie proximale du tibia, une ostéotomie de la crête tibiale est réalisée à l'aide d'une scie oscillante de façon à obtenir son avancement. La crête tibiale ne se trouve rattachée au massif osseux que par sa partie distale. Elle est fixée dans cette position à l'aide d'une plaque spéciale en face médiale. Une pièce en titane, également appelée cage, est ensuite placée entre la crête tibiale et le massif osseux et comble en partie l'espace entre la crête tibiale et le massif tibial proximal. (Fig. 43)

L'avancement de la crête tibiale permet un avancement du ligament tibio-patellaire dont l'insertion distale se situe sur la crête tibiale. La nouvelle position de ce ligament assure une traction caudo-proximale de la crête tibiale par l'intermédiaire du muscle quadriceps fémoral. Cette traction s'oppose à la poussée tibiale crâniale.



Figure 43 : Radiographie post-opératoire d'une TTA (d'après ²⁷)

VIII. TRAITEMENT DES LÉSIONS DU MENISQUE

MEDIAL

Dans les cas de rupture de LCCr, il est fréquent de constater des lésions du ménisque médial. Une étude, réalisée sur 400 ruptures du LCCr, a montré que des lésions associées du ménisque médiale existaient dans 63 % des cas.¹⁷ Lors du traitement chirurgical d'une rupture du LCCr, il est donc recommandé de vérifier de façon systématique l'aspect de ce ménisque, en particulier de sa corne postérieure, qui, lors du mouvement de tiroir, avance en même temps que le tibia, et se trouve écrasée entre le plateau tibial et le condyle fémorale médial.¹⁷ Il existe plusieurs types des lésions méniscales. Drapé et al. décrivent trois types de lésions : rupture partielle, rupture totale et lésion en anse de seau.¹⁷ (Fig. 44)

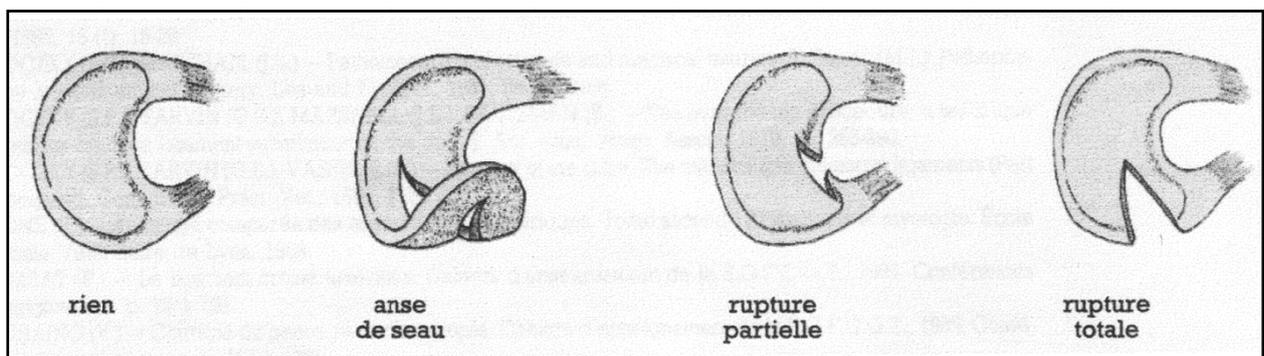


Figure 44 : Les différents types de lésions du ménisque médial (d'après ¹⁷)

Une incision caudo-médiale de l'articulation permet de découvrir le ménisque médial. Si son aspect est normal, il est laissé en l'état. Si en revanche, des lésions sont constatées, il est conseillé de pratiquer, soit son ablation totale, soit l'ablation de la seule corne postérieure, soit une incision de relâchement en fonction de la gravité des lésions rencontrées.¹⁴ L'incision de relâchement du ménisque médial (« meniscal release ») permet de séparer la corne antérieure de la corne postérieure. Si un mouvement de tiroir persiste après l'intervention, la corne postérieure du ménisque médial restera dans la région caudale de l'articulation et ne se trouvera plus écrasée entre le condyle fémoral médial et le plateau tibial. Ainsi, certains auteurs recommandent de pratiquer systématiquement cette incision de relâchement, y compris dans les cas où le ménisque découvert est sain, afin de prévenir des lésions secondaires.⁴⁷ (Fig. 45)

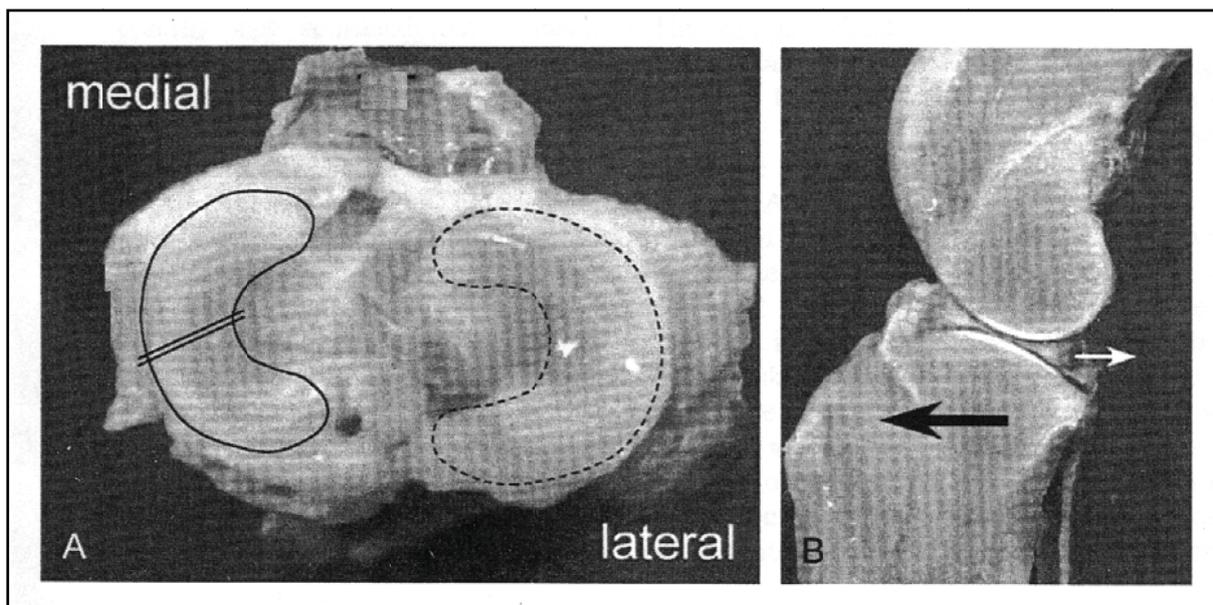


Figure 45 : Incision de relâchement du ménisque médial (A). Cette incision assure une protection de la corne postérieure en cas de mouvement de tiroir (B) (d'après ⁵²)

IX. SOINS ET SUIVI POST-OPERATOIRE

Les chiens ayant subi ce type d'intervention peuvent être rendus à leurs propriétaires le lendemain de l'opération.¹⁴ La douleur post-opératoire peut être contrôlée à l'aide d'anti-inflammatoires non stéroïdiens ou d'analgésiques opioïdes.¹⁴

Les propriétaires auront pour consignes de confiner l'animal à la maison et de ne le faire sortir qu'en laisse et au pas avant que des radiographies mettant en évidence la cicatrisation osseuse n'aient été réalisées (environs 6 semaines chez un sujet adulte).¹⁴

Normalement, une amélioration de la boiterie doit être constatée dans les jours suivant l'opération.¹⁴ Une rééducation douce (programme de marche en laisse) permet d'accélérer la récupération : meilleure amplitude des mouvements de flexion-extension des chiens ayant suivi la physiothérapie par rapport au groupe contrôle, 3 et 6 semaines après la chirurgie, selon une étude parue en 2006.³⁴ La nage est également un excellent moyen d'améliorer la récupération post-chirurgicale car c'est un exercice ne faisant pas subir le poids du corps au genou convalescent, mais qui permet de remuscler le membre.¹⁴

Des radiographies de contrôle doivent être prévues tous les mois jusqu'à obtention d'une cicatrisation complète du genou. Celles-ci peuvent être réalisées plus précocement en cas de réapparition soudaine de douleur ou de boiterie.¹⁴

X. RESULTATS OBTENUS PAR LES DIFFERENTES TECHNIQUES ET COMPLICATIONS

A. Résultats obtenus

1. Critères de réussite des opérations

Selon Slocum et al., le critère principal d'évaluation de la réussite du traitement est la reprise d'une activité normale pour le chien, c'est-à-dire pouvoir pratiquer la même activité qu'avant la rupture du LCCr, quelques semaines après l'intervention. Par exemple, un chien de chasse pourra de nouveau chasser, un chien d'exposition pourra de nouveau participer à des concours sans être sanctionné pour boiterie.⁴⁸

Il est généralement constaté que le chien repose le postérieur opéré dans les deux semaines suivant l'intervention, et que la boiterie s'améliore rapidement dans les deux mois suivants.^{48,52}

Un autre critère de réussite de l'intervention est l'absence de progression ou la progression minimale d'arthrose sur le genou opéré.⁴⁸

2. Résultats obtenus par les différentes techniques

a. Tibial plateau leveling osteotomy (TPLO)⁴⁸

Dans l'étude initiale publiée en 1993, Slocum et al. ont évalué, régulièrement après l'opération, la fonction du genou et l'activité du chien. Ils ont considéré le résultat excellent dans 73 % des cas, bon dans 21 % des cas, et assez bon dans 3 % des cas. Ils ont estimé que le traitement était un échec dans 2 % des cas.⁴⁸

Ces données sont évidemment subjectives, mais semblent une bonne estimation de la qualité du traitement.

b. Cranial closed wedge osteotomy (CCWO)

i. Technique décrite par Slocum et al. en 1984⁴⁵

L'étude a été réalisée sur 19 genoux de 19 chiens atteints de rupture du LCCr. 6 semaines après l'opération, 10 des 19 chiens (52,6 %) prenaient déjà appui sur leur membre opéré et marchaient sans inconfort notable. Six mois après l'opération, 11 des 14 chiens (78,6 %) revus en consultation avaient retrouvé une fonction du genou complètement normale. De plus, aucune progression de l'arthrose n'était visible sur les radiographies. Les 3 chiens restants avaient une activité quasiment normale, mais une gêne était cependant constatée sur le genou opéré. Douze mois après l'opération, les 9 chiens revus en consultation (100 %) avaient récupéré une activité normale, et 23 mois après l'opération, le seul chien revu en consultation avait récupéré une activité normale.⁴⁵

Compte tenu du faible nombre de cas inclus dans cette étude et de la subjectivité des critères d'évaluation de l'activité « normale » du chien, ces résultats sont à interpréter avec précaution. Néanmoins, ils étaient très intéressants pour l'époque, et ont permis à de nombreux chirurgiens de se lancer dans cette nouvelle voie de traitement de la rupture du LCCr.

ii. Technique décrite par Damur et al. en 2003¹³

L'étude porte sur 100 genoux de chiens atteints de rupture partielle ou totale du LCCr, unilatérale ou bilatérale du LCCr.¹³

Quatre mois après l'opération, 75 des 87 chiens (86,2 %) atteints de rupture complète du LCCr sur l'un de leurs genoux avaient récupéré une démarche normale au pas comme au trot. Douze chiens sur 87 (13,8 %) boitaient légèrement ou modérément. Les 18 chiens atteints de rupture partielle du LCCr, quant à eux, n'ont pas montré de boiterie 4 mois après l'opération. Ils n'ont présenté ni signes de rupture complète du LCCr, ni signes de lésions méniscales consécutives à la lésion du LCCr.¹³

Dans 100 % des cas, les radiographies ont montré une cicatrisation complète du site d'ostectomie sur le tibia, 4 mois après l'opération.¹³

c. Proximal tibial intaarticular osteotomy (PTIO)²⁹

Cette technique a été décrite sur 60 genoux de 52 chiens. Les chiens ont été évalués 6 semaines, 6 mois et 12 mois après l'intervention.²⁹

Six semaines après la chirurgie, 97 % des chiens avaient encore une douleur de leur genou opéré, et un œdème de l'articulation était présent dans 92 % des cas.²⁹

Six mois après la chirurgie, 95 % des chiens ont pu être réévalués. Seulement 5 % des genoux étaient alors douloureux et 5 % avaient un test de compression tibial positif. Le circonférence de la cuisse des animaux opérés a significativement augmenté 6 mois après l'intervention, signant une augmentation de la masse musculaire du postérieur opéré. En revanche, une augmentation faible, mais tout de même significative, de l'arthrose a pu être notée, 6 mois après l'intervention.²⁹

Douze mois après la chirurgie, 97 % des chiens (58 genoux) ont été évalués. Une boiterie sévère a été notée chez un chien (arthrite non septique du genou traitée par des anti-inflammatoires non stéroïdiens). Une boiterie intermittente a été notée chez un chien, causée par une déformation du membre en valgus due à une mauvaise réduction de l'ostectomie lors de la chirurgie. Une boiterie de faible intensité a été notée chez 4 autres chiens, mais dans 3 cas, elle était due à une affection du membre postérieur sans rapport avec la rupture de LCCr. Tous les autres chiens (91 %) ne manifestaient pas de boiterie 12 mois après l'opération. En revanche, des radiographies ont mis en évidence une augmentation significative des lésions d'arthrose entre le temps pré-opératoire et 12 mois après l'opération, et entre 6 mois et 12 mois après l'opération.²⁹

Douze mois après l'intervention, un questionnaire a été remis aux propriétaires des animaux opérés et a révélé que 90 % d'entre eux étaient extrêmement satisfaits ou très satisfaits de la PTIO, et que 93 % d'entre eux seraient d'accord pour tenter de nouveau l'opération sur un autre chien atteint de rupture du LCCr.²⁹

d. Tibial tuberosity advancement (TTA)²⁷

Un questionnaire de satisfaction a été transmis aux propriétaires après l'opération. A un temps post-opératoire médian de 6 mois, 90 % des propriétaires considéraient le résultat final de bon à excellent.²⁷

3. Comparaison de la TPLO avec une technique de stabilisation extracapsulaire pour le traitement de la rupture du LCCr

Une étude a comparé l'évolution arthrosique de grands chiens (> 22,7 kg) atteints de rupture du LCCr, opérés soit par TPLO, soit par stabilisation extracapsulaire utilisant une suture stabilisatrice en fil de nylon placée entre l'os sésamoïdien supra-condyloire latéral et la crête tibiale. Elle montre qu'un chien ayant une forte évolution arthrosique du genou après l'opération, a 5,8 fois plus de chance d'avoir été opéré par suture extra-capsulaire que par TPLO.³²

Cette étude est en faveur de l'avantage des techniques de traitement des ruptures du LCCr par nivellement du plateau tibial, par rapport à des techniques, plus classiques, de stabilisation crânio-caudale du genou, chez le grand chien.

B. Complications

1. Complications communes à toutes les techniques

a. Risque infectieux

Le risque principal commun à toutes les chirurgies orthopédiques, et en particulier à celles utilisant du matériel d'ostéosynthèse, est le risque infectieux. Ce risque est limité par la pratique d'une asepsie drastique (tonte large, désinfection rigoureuse, utilisation de matériel stérile...) et d'une antibioprofylaxie visant les germes les plus fréquemment rencontrés dans les cas d'ostéomyélite (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius*, germes du genre *Proteus* et du genre *Pseudomonas*). La céphalexine à la dose de 30 mg/kg injectée par voie intraveineuse 30 minutes avant le début de l'intervention est pour cela un antibiotique de choix.

Il est reconnu que, même dans des conditions d'asepsie rigoureuse, et après mise en place d'une antibioprofylaxie, le risque infectieux est faible mais existe.

b. Mauvais placement des vis de fixation

Toutes les techniques décrites utilisent des vis pour la fixation de plaques^{29,44,45,48} ou des vis de traction.^{13,29}

L'utilisation de vis trop longues, ou implantées dans une direction inadéquate peut aboutir au placement de l'extrémité de la vis à l'intérieur de la cavité articulaire, ceci pouvant engendrer des conséquences graves sur les mouvements articulaires.⁵²

C'est essentiellement l'expérience et la dextérité du chirurgien qui permet d'éviter ce type de complication.

c. Complications liées à une mauvaise mesure pré-opératoire de l'angle du plateau tibial (APT)

Toutes les techniques décrites à ce jour sont fondées sur une mesure pré-opératoire de l'APT. Cette mesure permet de déterminer l'angle de rotation à faire subir au plateau tibial lors de l'opération, afin d'obtenir l'APT post-opératoire désiré. Si cette mesure est fautive, on ne peut obtenir l'APT post-opératoire prévu.⁵²

Si on sous-estime l'APT pré-opératoire, on risque d'aboutir à une pente tibiale sous-correctée et à un plateau tibial encore trop pentu. Il subsiste alors une poussée tibiale crâniale et une instabilité crânio-caudale du genou.⁵² Si on le surestime, on risque d'aboutir à une pente tibiale sur-correctée.⁵² Dans ce cas, il semblerait qu'il existe des risques de mise en tension excessive du LCCd et donc un risque de rupture du LCCd.⁵⁴

2. Complications spécifiques des différentes techniques

a. Tibial plateau leveling osteotomy (TPLO)

En 2006 une étude recense les complications associées à 696 TPLO réalisées entre 2001 et 2003 sur une période de 30 mois par des chirurgiens habitués à cette intervention. Les types de complications ont été classés en complications per-opératoires, complications à court terme et complications à long terme.⁵⁰ (Fig. 47)

i. Complications per-opératoires

Ces complications n'ont concerné que 7 chiens sur 696 (1 %). Il s'agissait d'hémorragies, de fracture osseuse en éclat, de fracture de la tête fibulaire et de rupture d'implant (vis cassée).⁵⁰

ii. Complications à court terme

Il s'agit des complications se produisant dans les 14 jours suivant l'opération. Elles ont concerné 65 chiens sur 696 (9,3 %). Il s'agissait d'œdèmes ou d'ecchymoses au niveau du site opératoire, de retraits prématurés des agrafes par le chien, d'inflammations de la ligne d'incision, de fracture tibiale et d'épaississement de la capsule articulaire.⁵⁰

iii. Complications à long terme

Il s'agit des complications se produisant entre 15 jours et 30 mois après l'intervention. Elles ont concerné 59 chiens sur 696 (8,5 %). Il s'agissait de fractures de la crête tibiale, d'épaississements du tendon patellaire, de complications sur les implants (débricolage de vis), de fractures fibulaires et de fractures tibiales.⁵⁰

Dans ces complications à long terme, nous notons l'importante représentation des fractures de la crête tibiale (28 chiens = 4 %). Cette complication est survenue entre 2 et 6 semaines après l'opération alors que les chiens reprenaient appui sur leur membre opéré. Elle se manifestait par une reprise soudaine d'une boiterie franche. Les fractures de la crête tibiale sont visibles radiologiquement. (Fig. 46) Cette complication est liée à la technique employée. Après l'ostéotomie circulaire, la crête tibiale n'est plus fixée à l'os comme elle l'était auparavant. Elle ne représente plus qu'une bande d'os plus ou moins fine, qui n'est stabilisée que par sa partie distale (dans le prolongement de l'os tibial), et proximale par le ligament tibio-patellaire. Nous comprenons qu'elle soit fragilisée et que la mise en charge du corps puisse provoquer sa fracture.

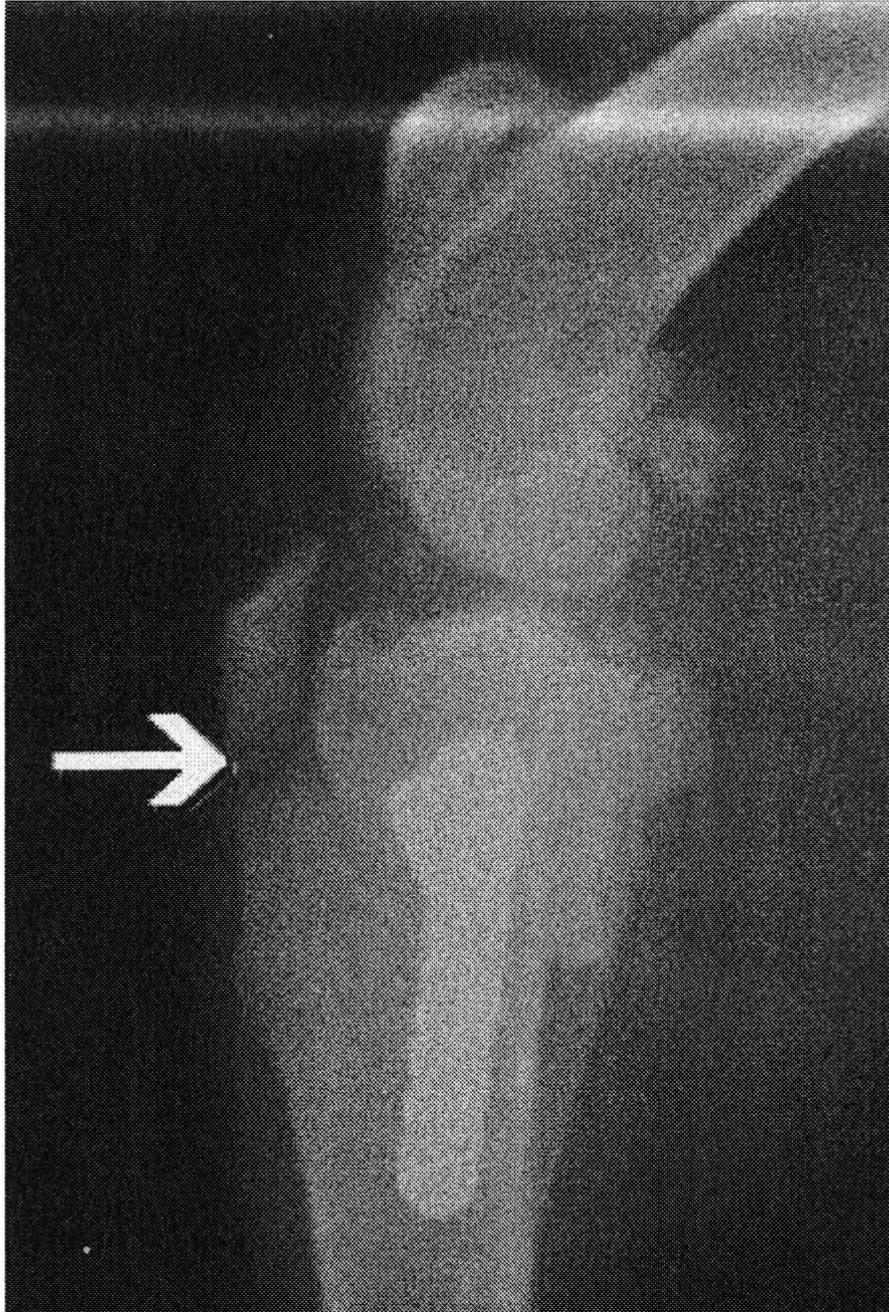


Figure 46 : Fracture de la crête tibiale après TPLO (flèche blanche) (d'après ⁵⁰)

COMPLICATIONS PER-OPERATOIRES	COMPLICATIONS A COURT TERME (< 14 jours)	COMPLICATION A LONG TERME (entre 15 jours et 30 mois)
Nombre de chiens = 7 (1 %)	Nombre de chiens = 65 (9,3 %)	Nombre de chiens = 59 (8,5 %)
Hémorragie n = 4 (<1 %)	Oedème ou ecchymose au niveau du site opératoire n = 43 (6 %)	Fracture de la crête tibiale n = 28 (4 %)
Fracture en éclat n = 1 (< 1 %)	Retrait prématuré des agrafes par le chien n = 13 (2 %)	Epaississement du tendon patellaire n = 19 (3 %)
Rupture d'implant (vis cassée) n = 1 (< 1 %)	Inflammation de la ligne d'incision n = 7 (1 %)	Complication au niveau des implants (desinsertion de vis) n = 6 (1 %)
Fracture de la tête fibulaire N = 1 (< 1 %)	Fracture tibiale n = 1 (< 1 %)	Fracture fibulaire n = 4 (< 1 %)
	Epaississement de la capsule articulaire n = 1 (< 1 %)	Fracture tibiale n = 2 (< 1 %)

Figure 47 : Complications rencontrées chez 696 chiens ayant subi une TPLO (d'après ⁵⁰)

b. Ostectomies tibiales crâiales en coin

i. Technique décrite par Slocum et al. en 1984 ⁴⁵

Dans leur étude sur cette première technique de nivellement du plateau tibial, réalisée sur 19 genoux, Slocum et al. ont observé, à l'examen réalisé 6 semaines après l'opération, une fracture du tibia au niveau du trou de la vis la plus distale, et 3 débricolages de vis proximale sur 3 genoux. Ces 4 complications ont chacune nécessité une nouvelle intervention.

Ce sont les seules complications décrites dans cette étude.⁴⁵

ii. Technique décrite par Damur et al. en 2003¹³

Dans cette étude, les auteurs ont également classé les complications en complications per-opératoires, complications à court terme (quelques jours suivant la chirurgie), et complications tardives (6 semaines après la chirurgie).¹³

a. Complications per-opératoires

Elles sont survenues dans 19 cas sur 100. Elles ont consisté en : des positionnements du tibia en valgus dus à une mauvaise réduction de l'ostectomie (12 cas sur 100), des placements intra-articulaires de vis (2 cas sur 100), une lésions de l'artère poplitée (1 cas sur 100), une lésion de l'artère tibiale (1 cas sur 100) , une lésion du nerf fibulaire superficiel (1 cas sur 100), et des lésions du tendon du muscle long extenseur des doigts (2 cas sur 100).¹³

Ce nombre de complications per-chirurgicales est élevé (19 %) mais un grand nombre de ces complications auraient pu être évité grâce à une meilleure expérience de la technique. De plus, certaines de ces complications, comme les lésions artérielles, sont mineures et facilement traitées lors de l'intervention.¹³

b. Complications à court terme

Deux chiens sur 100 ont eu une fracture de l'extrémité du tibia. Dans l'un de ces cas, des radiographies ont permis de diagnostiquer une lésion d'ostéomyélite. Ces deux chiens ont dû subir une nouvelle intervention pour le traitement de la fracture. Le chien atteint d'ostéomyélite a également reçu un traitement antibiotique à base de clindamycine.¹³ Dans les deux cas, le traitement de la complication a été efficace.¹³

c. complications tardives

Ce sont les complications notées lors de l'évaluation 6 semaines après l'opération.

Une douleur lors de la flexion et de l'extension due à une lésion du ménisque médial a été notée sur 10 chiens sur 100. Une diminution de l'amplitude du mouvement de l'articulation due à une fibrose autour du tendon du muscle long extenseur des doigts a été remarquée chez 2 chiens sur 100.

Les chiens atteints de lésion méniscale ont subi une nouvelle intervention pour le traitement de cette lésion. Les chiens atteints de fibrose autour du tendon du muscle long extenseur des doigts ont également subi une nouvelle intervention afin d'éliminer les adhérences.¹³

c. Proximal tibial intraarticular osteotomy (PTIO)

Dans l'étude de Jerram et al., les complications ont été classées en complications per-opératoires et en complications post-opératoires.²⁹

i. Complications per-opératoires

Durant cette étude, 9 complications per-opératoires se sont produites sur 8 genoux (13 %).

Il s'est s'agi de coupures partielles du tendon du muscle long extenseur des doigts lors de la réalisation de l'ostéotomie, de placement intra-articulaire de la vis proximale de fixation de la plaque, de luxation patellaire médiale, de placement incorrect de la plaque, et de mauvais alignement osseux (valgus) après réduction du coin d'ostectomie.²⁹

Toutes ces complications ont été traitées lors de la chirurgie sauf le mauvais alignement du tibia qui a fait l'objet d'une tentative de correction mais qui s'est soldée par un échec, le valgus étant toujours présent et visible sur les radiographies post-opératoires.²⁹

ii. Complications post-opératoires

Des complications post-opératoires immédiates sont apparues chez 4 chiens (7 %).

En plus du mauvais alignement, en valgus, il s'est s'agi d'infection de la plaie opératoire (qui a bien répondu au traitement antibiotique), d'une vis de traction jugée trop longue mais n'entraînant pas de gêne pour le chien, et d'une réduction de l'APT trop faible. L'APT a été en effet diminué de 30° à 22° seulement. Une boiterie résiduelle était présente chez le chien et celui-ci a dû subir une nouvelle opération 3 mois après la première, qui a permis d'obtenir un APT de 12°.

d. Tibial tuberosity advancement (TTA)

Sur les 65 genoux sur lesquels a été pratiquée l'opération, 27 ont présenté des complications.²⁷ La majorité d'entre elles étaient mineures. Les complications ont été classées en intra-opératoires, peri-opératoires (quelques heures ou jours suivant la chirurgie) , post-opératoires précoces, et post-opératoires à court terme (< 2 semaines), et post-opératoires à long terme (> 2 semaines).²⁷

i. Complications intra-opératoires

Elles ont été rapportées chez 2 chiens. Il s'est s'agi d'une section du tendon long extenseur des doigts et d'un placement de vis intra-articulaires. Ces deux complications n'ont pas été traitées et il ne semble pas qu'elles aient eu de conséquence à long terme.²⁷

ii. Complications post-opératoires à court terme (< 2 semaines)

Ces complications étaient généralement modérées.

Soixante pourcent des cas ont présenté un gonflement de la zone d'incision. 14 % de la diarrhée, 10 % de l'inappétence. D'autres types de complications de gravité faible sont apparues dans des proportions plus réduites.²⁷

Une autre complication un peu plus tardive était la déhiscence de la plaie cutanée avec infection superficielle, apparue dans 5 % des cas (3 chiens).²⁷

iii. Complications post-opératoires à long terme (> 2 semaines)

Ces complications étaient en général plus graves. Il s'agissait le plus fréquemment de douleur articulaire (10,5 % des cas) et de lésion du ménisque médial (5,3 % des cas). La complication la plus sévère a été une rupture de la crête tibiale avec destruction de l'implant placé entre la crête tibiale et le massif tibial proximal, 6 semaines après l'opération, sur un cas. Le propriétaire a indiqué ne pas avoir bien contrôlé l'activité de son chien dans les semaines suivant l'intervention.²⁷

Les résultats des différentes techniques de nivellement du plateau tibial ou d'avancement de la crête tibiale sont bons.

Les différents critères de qualité d'une technique chirurgicale pour la correction de l'APT sont les suivants : la technique doit permettre de corriger efficacement et durablement les symptômes. Elle doit être sûre (associée à un nombre faible de complications), et facilement et rapidement réalisable par le chirurgien.

La technique de TPLO décrite par Slocum et al. en 1993⁴⁸ nécessite un matériel très spécifique et coûteux. L'achat de ce matériel induit un coût élevé à cette intervention. Une technique ne nécessitant aucun matériel spécifique hormis une scie oscillante, et assurant les mêmes résultats cliniques serait une alternative intéressante.

Nous avons pu constater que les résultats obtenus par la technique décrite par Damur et al. en 2003 étaient très intéressants, et que cette technique ne nécessitait pas de matériel spécifique hormis une scie oscillante et un goniomètre chirurgical. Nous avons également constaté qu'un grand nombre des complications per-chirurgicales décrites dans l'étude auraient pu être évitées par une meilleure pratique de la technique. Un des points faibles de cette technique est l'obligation pour le chirurgien d'effectuer des mesures pré-opératoire et per-opératoires afin de réaliser la bonne rotation du plateau tibial ce qui peut se révéler fastidieux et peu précis.

Une technique mettant en évidence des repères anatomiques précis et détectables, lors de l'intervention, du coin d'ostectomie, et permettant de s'abstenir de mesures pré-opératoires et per-opératoires, tout en assurant l'obtention d'un APT post-chirurgical inclus dans un intervalle de valeurs compatibles avec une récupération fonctionnelle pourrait donc se révéler intéressante.

PARTIE II :

ETUDE *IN VITRO* DE L'EFFET

D'UNE TECHNIQUE

D'OSTECTOMIE TIBIALE

PROXIMALE CRANIALE EN

COIN UTILISANT DES REPERES

ANATOMIQUE SUR LA BASCULE

DU PLATEAU TIBIAL

I. INTRODUCTION

La rupture du ligament croisé crânial (LCCr) est l'affection du genou la plus fréquente chez le chien.⁵² De nombreuses techniques de traitement chirurgical de cette affection ont été proposées depuis plusieurs décennies.⁵² Les techniques traditionnelles de traitement ont pour objectif de rétablir la stabilité antéro-postérieure du genou par l'utilisation, pour remplacer le ligament croisé crânial déficient, de matériaux synthétiques ou biologiques placés en position intra ou extra-articulaires.⁵² En dépit de résultats satisfaisants, il est reconnu que ces méthodes traditionnelles n'offrent pas constamment un résultat optimal à long terme défini comme le maintien de la stabilité antéro-postérieure du genou, la limitation de l'évolution vers l'arthrose et la prévention des lésions méniscales.^{31,32}

Il y a une vingtaine d'années, un nouveau concept de traitement a été imaginé visant à éliminer l'instabilité tibiale crâniale du genou lors de l'appui du chien par diminution de l'angle du plateau tibial (APT) ou pente du plateau tibial.^{44,45,48} En diminuant l'APT par des techniques de nivellement du plateau tibial, la force exercée sur le tibia lors de l'appui ou poussée tibiale crâniale, et contre laquelle lutte le LCCr est elle-même diminuée. Le LCCr devient alors inutile et la stabilité antéro-postérieure du genou est rétablie.^{14,45,48} Il est couramment reconnu que l'APT post-opératoire lors de ces techniques de nivellement du plateau tibial doit se situer entre 0 et 5°. ^{14,48} Toutefois, l'intervalle de valeurs optimales de l'APT permettant une récupération fonctionnelle reste à préciser et dans une étude, un APT de 6,5° ± 0,9° a été jugé suffisant pour éliminer la poussée tibiale crâniale.⁵⁴ Une étude clinique rétrospective a montré que l'obtention d'APT négatifs (jusqu'à -7°) était associée à des résultats excellents, c'est-à-dire compatible avec une récupération fonctionnelle à long terme de l'animal.³⁸

Dans toutes les techniques de nivellement du plateau tibial décrites à ce jour, il est nécessaire, pour obtenir l'APT post-opératoire désiré, de connaître l'APT pré-opératoire (par sa mesure sur une radiographie du tibia de profil) et de mesurer, pendant l'opération, l'angle de rotation à faire subir au plateau tibial.^{13,26,29,45,48} Ces mesures sont fastidieuses et peu précises.^{12,19}

L'objectif de cette étude est de montrer que l'utilisation de repères anatomiques facilement identifiables sur la face médiale de l'extrémité proximale du tibia lors d'une opération de nivellement du plateau tibial par ostectomie tibiale proximale crâniale en coin, permet la réalisation d'un coin d'ostectomie dont l'extraction permet une rotation du plateau tibial telle

que l'APT post-opératoire ait une valeur compatible avec une récupération fonctionnelle de l'animal. Cette technique a été mise en place par le Dr P.R. Haudiquet, DMV, Diplomate ECVS.

II. MATERIEL ET METHODES

A. Population étudiée

Douze membres postérieurs de 6 chiens de races, d'âge et de poids variés décédés pour des raisons indépendantes de cette étude, ont été inclus avec l'accord de leurs propriétaires. (Fig. 57)

B. Procédure

1. Radiographies pré-opératoires

Les 12 genoux des 6 chiens inclus dans l'étude ont été radiographiés de face et de profil avant la dissection, le tibia étant inclus dans la radiographie en totalité et le genou étant le point situé le plus à la verticale de la source de rayons. (Fig. 48 et 49)



Figure 48 : Radiographie médio-latérale pré-opératoire



Figure 49 : Radiographie caudo-crâniale pré-opératoire

2. Implantation de billes de plomb

Une voie d'abord crânio-médiale des genoux étudiés a été réalisée afin de mettre en évidence les repères anatomiques destinés à la réalisation des plans de coupe. (Fig. 51-a)

Ces repères sont :

- le point disto-médial d'insertion du ligament tibio-patellaire
- le point crânio-médial d'insertion de la membrane synoviale articulaire
- le point crânio-distal d'insertion du ligament collatéral médial
- le point caudo-distal d'insertion du ligament collatéral médial.

Des billes de plomb de 2 mm de diamètre ont été implantées dans un petit trou percé au préalable dans l'os, précisément à l'endroit de ces 4 repères anatomiques. (Fig. 50 et 51-b)

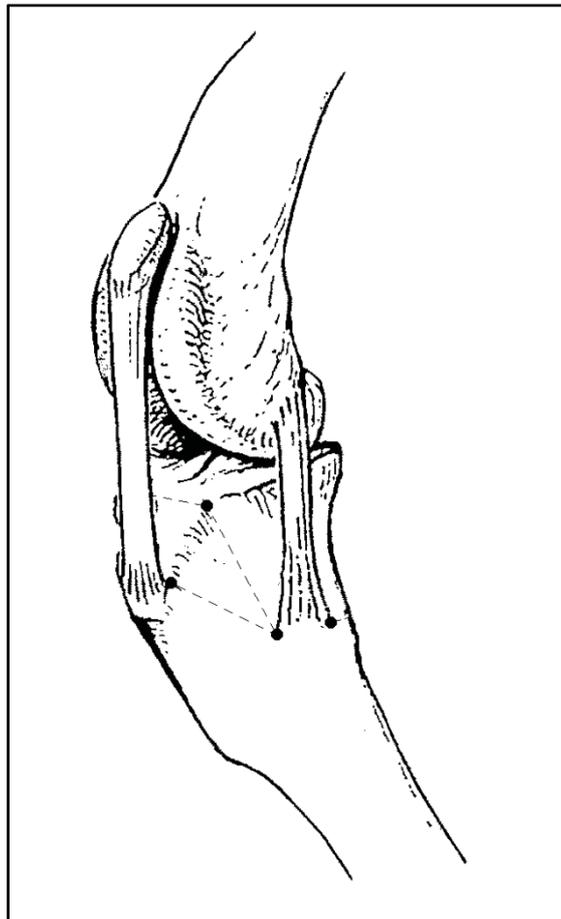


Figure 50 : Vue crânio-médiale d'un genou droit montrant l'emplacement des 4 points de repère et les localisations des plans d'ostéotomie (traits pointillés)

3. Radiographies pré-opératoires après implantation des billes de plomb

Chaque genou ainsi préparé a été radiographié de profil, le tibia étant inclus dans la radiographie en totalité et le genou étant le point situé le plus à la verticale de la source de rayons. Les billes de plomb apparaissent nettement sur les clichés radiographiques et matérialisent les 4 repères anatomiques cités précédemment. (Fig. 52)

4. Réalisation de l'ostectomie tibiale proximale crâniale en coin (Fig. 51)

L'ostectomie a été effectuée en se servant des mêmes repères anatomiques. Les plans de coupes ont été réalisés avec une scie oscillante (Aesculap®, GB 129 Small sagittal saw).

Un premier plan de coupe est réalisé entre le point disto-médial d'insertion du ligament tibio-patellaire et le point crânio-distal d'insertion du ligament collatéral médial. (Fig. 51-c) Un deuxième plan de coupe est réalisé entre le point crânio-médial d'insertion de la membrane synoviale articulaire et le point crânio-distal d'insertion du ligament collatéral médial. (Fig. 51-d) Ces deux premiers plans de coupe déterminent le coin d'ostectomie. (Fig. 51-e) Un troisième plan de coupe est réalisé à partir du point caudo-distal d'insertion du ligament collatéral médial en direction caudale et perpendiculaire à l'axe du fut tibial, et sectionne la corticale tibiale caudale. (Fig. 51-j)

Après exérèse du coin d'ostectomie (Fig. 51-f, 51-g, 51-h et 51-i), les deux premiers plans de coupe sont accolés à l'aide d'un davier. (Fig. 51-k, 51-l, 51-m et 51-n) Il se produit alors une bascule du massif tibial crânial induisant une diminution de l'APT. Cette bascule a pour axe de rotation un point situé entre les points crânio-distal et caudo-distal d'insertion du ligament collatéral médial. (Fig. 51-n) Dans la majorité des cas, il est possible de préserver un pont osseux entre le point crânio-distal d'insertion du ligament collatéral médial et le point d'axe de rotation.

Une vis de traction, implantée caudo-proximale dans le massif tibial crânial, assure l'apposition et la fixation des deux plans de coupe l'un à l'autre. (Fig. 51-o, 51-p, 51-q, 51-r)

Figure 51 : étapes de la procédure d'ostectomie tibiale crâniale en coin



Fig. 51-a. Découverte de la face médiale de l'extrémité proximale du tibia. Mise en évidence du ligament collatéral médial



Fig. 51-b. Mise en place des billes de plomb : point disto-médial de l'insertion du ligament tibio-patellaire, point d'insertion crânio-médial de la synoviale articulaire, point crânio-distal d'insertion du ligament collatéral médial, point caudo-distal d'insertion du ligament collatéral médial. Des radiographies de profil sont réalisées après cette procédure.



Fig. 51-c. Après avoir enlevé les billes de plomb, réalisation de la première ostéotomie entre le point crânio-distal d'insertion du ligament collatéral médial et le point disto-médial du ligament tibio-patellaire.



Fig. 51-d. Ostéotomie entre point d'insertion crânio-médial de la synoviale articulaire et point crânio-distal d'insertion du ligament collatéral médial



Fig. 51-e. Deux premières Ostéotomies réalisées

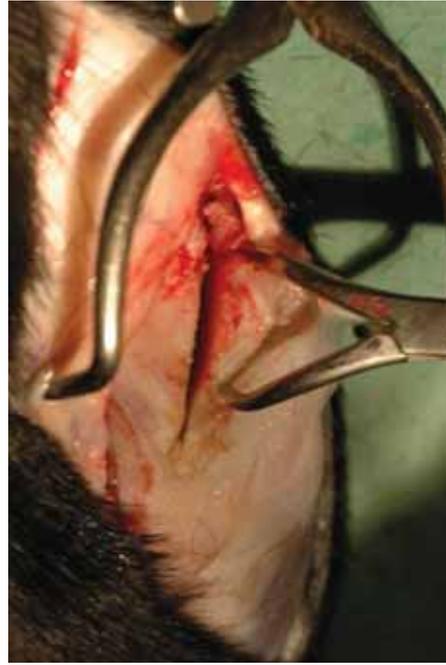


Fig 51-f. Préhension du coin d'ostectomie à l'aide d'un davier



Fig. 51-g. Extraction du coin d'ostectomie (1)



Fig. 51-h. Extraction du coin d'ostectomie (2)



Fig. 51-i Coin d'ostectomie retiré



Fig. 51-j. Ostéotomie de la corticale caudal perpendiculairement à l'axe osseux



Fig. 51-k. Rapprochement des abouts osseux (1)



Fig. 51-l. Rapprochement des abouts osseux (2)



Fig. 51-m. Rapprochement des bouts osseux (3)



Fig. 51-n. Fin du rapprochement des bouts osseux.
Plateau tibial basculé



Fig. 51-o. Forage et taraudage du massif tibial
crânial en direction caudo-proximale



Fig. 51-p. Mise en place d'une vis de traction dans
le massif tibial crânial prenant les 2 bouts osseux
(1)



Fig. 51-q. Mise en place d'une vis de traction (2)



Fig. 51-r. Mise en place d'une vis de traction dans le massif tibial cranial (3). Vis en place

5. Radiographies post-opératoires

Chaque tibia a été radiographié de profil après réalisation de l'ostectomie tibiale crâniale en coin. (Fig. 53)



Figure 52 : Radiographie pré-opératoire faisant apparaître les 4 billes de plomb en place (radiographie Ph. Haudiquet)



Figure 53 : Radiographie post-opératoire. Vis de traction en place (radiographie Ph. Haudiquet)

6. Mesures de l'APT avant et après opération

Toutes les mesures d'APT, ont été réalisées par la méthode conventionnelle de mesure.¹⁴ Afin de ne pas laisser de traces des traits de construction sur le film radiographique, nous nous sommes servis de papier calque (papier calque Canson® 80 g/m²) collé à la surface du film radiographique à l'aide de ruban adhésif) comme support pour la réalisation des traits de construction. La mine utilisée pour les constructions était en carbone, de type HB et d'un diamètre de 0,5 mm.

a. Mesure de l'APT pré-opératoire

L'APT pré-opératoire a été mesuré, pour chaque tibia, sur la radiographie de profil pré-opératoire sans bille de plomb. (Fig.54) Cette mesure a été effectuée à 3 reprises, à plus d'une semaine d'intervalle, par 3 lecteurs différents (M. Dhumeaux, Ph. Haudiquet [DMV, diplômé ECVS] et Ph. Rochereau [DMV, résident ECVS]), tous habitués à la mesure d'APT. Au total, 9 mesures de chaque APT pré-opératoire ont été effectuées. (Fig. 58)



Figure 54 : Traits de construction sur papier calque (Canson® 80 g/m²), collé à la surface du film radiographique permettant le mesure de l'APT pré-opératoire (radiographie Ph. Haudiquet)

b. Mesure de l'APT post-opératoire

L'APT post-opératoire est mesuré pour chaque tibia, sur la radiographie de profil post-opératoire. (Fig. 55) Cette mesure a été effectuée à 3 reprises, à plus d'une semaine d'intervalle, par les 3 mêmes lecteurs. Au total, 9 mesures de chaque APT post-opératoire ont été effectuées. (Fig.58)



Figure 55 : Traits de construction sur papier calque (Canson® 80 g/m²), collé à la surface du film radiographique permettant la mesure de l'APT post-opératoire (radiographie Ph. Haudiquet)

c. Mesure de l'angle de bascule théorique

En plus de la mesure des APT pré et post-opératoires, il a été fait, sur les radiographies pré-opératoires après implantation des billes de plomb, à 3 reprises par les 3 mêmes lecteurs, une mesure de l'angle formé par les 3 billes les plus crâiales, en prenant comme repères les centres des billes. (Fig. 56) Nous avons appelé cet angle : angle de bascule théorique (ABT). Au total 9 mesures de chaque ABT ont été effectuées. (Fig. 61)



Figure 56 : Traits de construction sur papier calque (Canson® 80 g/m²), collé à la surface du film radiographique permettant le mesure de l'ABT (radiographie Ph. Haudiquet)

7. Analyses statistiques

a. Population étudiée

La moyenne et écart-type des âges et des poids des chiens inclus dans l'étude ont été calculés.

b. Mesures d'angles et étude de la corrélation entre APT pré-opératoires et APT post-opératoires

Les moyennes générales et écarts-type des valeurs mesurées (APT pré-opératoire, APT post-opératoire, ABT et APT préopératoire – APT post-opératoire) ont été calculés. De même, les moyennes et écarts-type de ces mêmes valeurs ont été calculées pour chacun des 3 lecteurs.

Un coefficient de corrélation (r) a été calculé entre les valeurs d'APT pré-opératoires et post-opératoires pour les moyennes générales et pour les moyennes obtenues pour chacun des 3 lecteurs.

c. Variabilité des mesures inter-lecteurs et intra-lecteur

Les écarts-type des mesures d'APT pré-opératoires et post-opératoires intra-lecteur et inter-lecteurs ont été calculés. L'écart-type intra-lecteur est la moyenne des 3 moyennes obtenues pour chaque lecteur des 12 écart-types des 3 valeurs d'APT mesurées pour chacun des 12 tibias. L'écart-type inter-lecteurs est la moyenne des 12 écarts-type des 3 valeurs moyennes obtenues pour chaque lecteur et pour chaque APT.

III. RESULTATS

a. Population étudiée

Les chiens inclus dans notre étude pesaient entre 14,5 et 42,0 kg (moyenne \pm écart-type : 28,3 \pm 8,9 kg), et étaient âgés de 1 an à 13 ans (moyenne \pm écart-type : 5,7 \pm 4,5 ans). (Fig. 57)

N° DU CAS	AGE (ans)	POIDS (kg)	SEXE (M/F)	RACE
1	8	29,3	F	Croisé Berger Allemand
2	5	14,5	F	Border Collie
3	6	42,0	M	Bouvier Bernois
4	13	30,8	F	Labrador Retriever
5	1	26,0	M	Boxer
6	1	27,0	F	Croisée
Moyenne	5,7	28,3		
Ecart type	4,6	8,9		
Médiane	5,5	28,2		

Figure 57 : Répartition des âges, poids, sexe et race des animaux étudiés

b. Mesures d'angles et étude de la corrélation entre APT pré-opératoire et APT post-opératoire

La moyenne totale des APT pré-opératoires de l'étude est de 23,48° \pm 2,54° (extrêmes : 20,56° - 27,67°) et la moyenne des APT post-opératoires est de 2,73° \pm 3,60° (extrêmes : -4,11° - 7,50°). (Fig. 55 et 56) Le coefficient de corrélation (r) entre les 2 séries de mesures est de 0,575 (à la limite de la significativité). (Fig. 57)

Pour le premier lecteur (M. Dhumeaux), la moyenne des APT pré-opératoires est de 23,14° \pm 2,48° (extrêmes : 19,67° - 27,00°) et la moyenne des APT post-opératoires est de 2,54° \pm 4,02° (extrêmes: -6,33° - 7,33°). Le coefficient de corrélation entre les 2 séries de mesures est de -0,026 (non significatif).

Pour le deuxième lecteur (Ph. Haudiquet), la moyenne des APT pré-opératoires est de $23,44^{\circ} \pm 2,28^{\circ}$ (extrêmes : $20,17^{\circ} - 27,83^{\circ}$) et la moyenne des APT post-opératoires est de $2,28^{\circ} \pm 3,38^{\circ}$ (extrêmes : $-3,83^{\circ} - 6,67^{\circ}$). Le coefficient de corrélation entre les 2 séries de mesures est de 0,595 ($p < 0,05$).

Pour le troisième lecteur (Ph. Rochereau), la moyenne des APT pré-opératoires est de $23,85^{\circ} \pm 2,54^{\circ}$ (extrêmes: $21,00^{\circ} - 28,17^{\circ}$) et la moyenne des APT post-opératoires est de $3,38^{\circ} \pm 3,68^{\circ}$ (extrêmes: $-3,33^{\circ} - 7,17^{\circ}$). Le coefficient de corrélation entre les 2 séries de mesures est de 0,652 ($p < 0,05$).

APT Pré-opératoire cas 1 D	24,83°	APT Post-opératoire cas 1 D	2,06°
APT Pré-opératoire cas 1 G	25,67°	APT Post-opératoire cas 1 G	3,11°
APT Pré-opératoire cas 2 D	22,17°	APT Post-opératoire cas 2 D	-3,50°
APT Pré-opératoire cas 2 G	20,89°	APT Post-opératoire cas 2 G	-4,11°
APT Pré-opératoire cas 3 D	20,61°	APT Post-opératoire cas 3 D	3,17°
APT Pré-opératoire cas 3 G	21,56°	APT Post-opératoire cas 3 G	2,89°
APT Pré-opératoire cas 4 D	20,56°	APT Post-opératoire cas 4 D	4,72°
APT Pré-opératoire cas 4 G	22,44°	APT Post-opératoire cas 4 G	0,50°
APT Pré-opératoire cas 5 D	27,67°	APT Post-opératoire cas 5 D	7,50°
APT Pré-opératoire cas 5 G	26,06°	APT Post-opératoire cas 5 G	5,33°
APT Pré-opératoire cas 6 D	22,72°	APT Post-opératoire cas 6 D	4,56°
APT Pré-opératoire cas 6 G	26,56°	APT Post-opératoire cas 6 G	6,56°
Moyenne générale APT pré-opératoire	23,48°	Moyenne générale APT post-opératoire	2,73°

Figure 58 : Moyennes calculées des APT pré-opératoires et post-opératoires des 12 tibias mesurés à 3 reprises par 3 lecteurs différents. D : tibia droit, G : tibia gauche

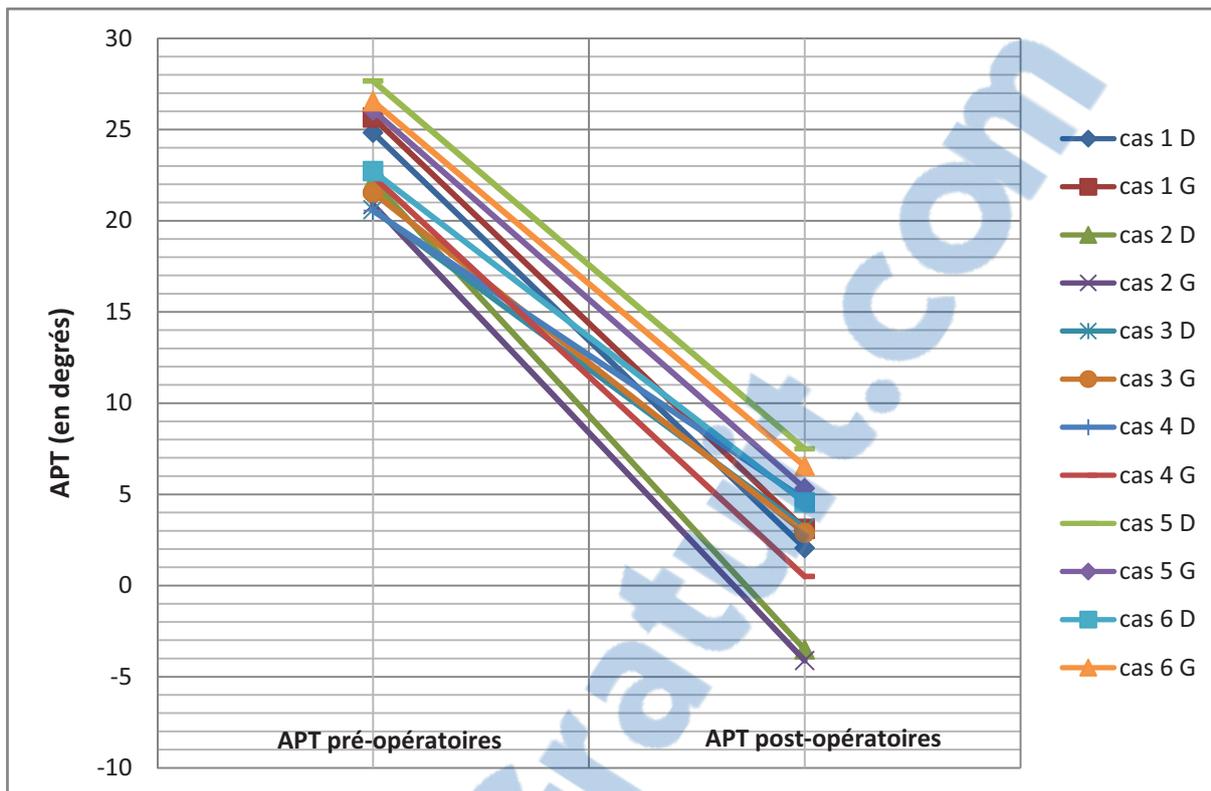


Figure 59 : Répartition des 12 APT pré et post-opérateurs. D : droite, G : gauche

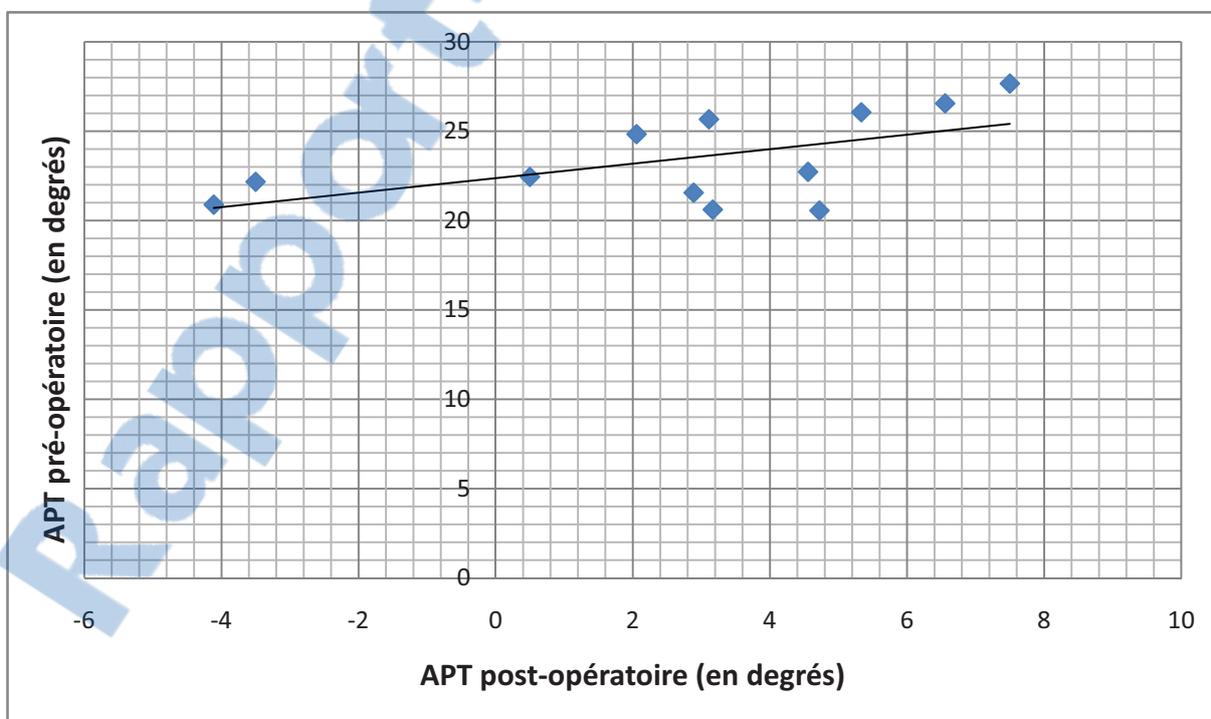


Figure 60 : Etude de la corrélation entre l'APT pré-opérateur et l'APT post-opérateur. Le coefficient de corrélation (r) est de 0,575 (à la limite de la significativité)

La moyenne générale des ABT dans l'étude est de $26,60^\circ \pm 3,30^\circ$ (extrêmes : $21,22^\circ - 31,39^\circ$). (Fig. 58)

Pour le premier lecteur, la moyenne des ABT est de $26,60^\circ \pm 3,44^\circ$ (extrêmes : $21,50^\circ - 31,67^\circ$).

Pour le deuxième lecteur, la moyenne des ABT est de $26,50^\circ \pm 3,41^\circ$ (extrêmes : $21,00^\circ - 31,33^\circ$).

Pour le troisième lecteur, la moyenne des ABT est de $26,71^\circ \pm 3,34^\circ$ (extrêmes : $21,17^\circ - 31,17^\circ$).

La moyenne générale des mesures de la différence entre l'APT pré-opératoire et l'APT post-opératoire, dans l'étude est de $20,80^\circ \pm 3,13^\circ$ (extrêmes : $15,83^\circ - 26,11^\circ$). (Fig. 61)

Pour le premier lecteur, la moyenne des mesures de la différence entre l'APT pré-opératoire et l'APT post-opératoire est de $20,60^\circ \pm 3,74^\circ$ (extrêmes : $13,67^\circ - 26,67^\circ$).

Pour le deuxième lecteur, la moyenne des mesures de la différence entre l'APT pré-opératoire et l'APT post-opératoire est de $21,32^\circ \pm 3,26^\circ$ (extrêmes : $17,17^\circ - 27,17^\circ$).

Pour le troisième lecteur, la moyenne des mesures de la différence entre l'APT pré-opératoire et l'APT post-opératoire est de $20,47^\circ \pm 2,96^\circ$ (extrêmes : $16,17^\circ - 25,17^\circ$).

ABT cas 1 D	24,39°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 1 D	22,78°
ABT cas 1 G	30,17°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 1 G	22,56°
ABT cas 2 D	31,39°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 2 D	26,11°
ABT cas 2 G	28,89°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 2 G	25,50°
ABT cas 3 D	22,56°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 3 D	17,44°
ABT cas 3 G	21,22°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 3 G	18,67°
ABT cas 4 D	29,17°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 4 D	15,83°
ABT cas 4 G	27,33°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 4 G	21,94°
ABT cas 5 D	25,89°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 5 D	20,17°
ABT cas 5 G	25,67°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 5 G	20,72°
ABT cas 6 D	29,44°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 6 D	18,17°
ABT cas 6 G	23,11°	APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur cas 6 G	19,67°
Moyenne générale ABT	26,60°	Moyenne générale APT Pré-opérateur - APT Post-opérateur	20,80°

Figure 61 : Moyennes des ABT et de la différence entre APT pré-opérateur et APT post-opérateur des 12 tibias étudiés. D : tibia droit, G : tibia gauche

c. Variabilité des mesures inter-lecteurs et intra-lecteur

L'écart-type intra-lecteur est de 0,78° pour la mesure de l'APT pré-opérateur et de 0,91° pour la mesure de l'APT post-opérateur.

L'écart-type inter-lecteurs est de 0,69° pour la mesure de l'APT pré-opérateur et de 0,98° pour la mesure de l'APT post-opérateur.

IV. DISCUSSION

La population de l'étude se composait de 6 chiens pour lesquels 12 tibias ont subi notre technique de nivellement du plateau tibial. Le poids des chiens était compris entre 14,5 et 42,0 kg. La moyenne des poids était de $28,3 \pm 8,9$ kg. Les techniques de nivellement du plateau tibial sont en général privilégiées chez des chiens de grande taille pour lesquels la poussée tibiale crâniale (qui dépend de la force induite par le poids sur le tibia) est élevée.^{14,49} Cinq des 6 chiens de notre étude (83 %) étaient des chiens de grande race pour lesquels une technique de nivellement du plateau tibial serait justifiée en cas de rupture du ligament croisé. Un chien de notre étude ne pesait que 14,5 kg. Un chien d'un tel poids peut être considéré comme à la limite de nécessiter ce type de chirurgie en première intention et pourrait sans doute bénéficier efficacement d'un traitement traditionnel par stabilisation intra ou extra-capsulaire. Cependant, nous pensons qu'en cas d'échec de ce dernier type de traitement, un traitement par nivellement du plateau tibial pourrait être entrepris. Pour ce chien, nous pensons que les valeurs d'APT post-opératoires obtenues pour les deux tibias ($-3,50^\circ$ et $-4,11^\circ$) seraient compatibles avec une récupération fonctionnelle de l'animal. Il est cependant intéressant de noter que les moyennes des valeurs d'APT post-opératoires sont les 2 valeurs les plus basses de l'étude pour ce chien.

Aucun des chiens retenus dans l'étude n'était atteint d'arthrose du genou. L'arthrose étant un facteur à l'origine d'imprécision des mesures de l'APT par la présence de proliférations ostéophytiques gênant le repérage des points crânial et caudal du plateau tibial sur les radiographies de profil⁴⁰, nous n'avons pas eu à subir ce désagrément.

La technique de nivellement du plateau tibial décrite dans cette étude est une technique d'ostectomie proximale crâniale en coin dont le principe de base est similaire à celui des techniques décrites par Damur¹³ et Jerram²⁹. Dans la technique d'ostectomie tibiale crâniale décrite par Slocum⁴⁵, le coin d'ostectomie se situe distalement à la terminaison du ligament tibio-patellaire. Nous pensons que la rotation du plateau tibiale induite par une telle localisation du coin d'ostectomie pourrait être à l'origine d'une tension excessive du ligament tibio-patellaire. Le fait de réaliser un coin d'ostectomie proximement au ligament tibio-patellaire évite cet inconvénient.

Dans toutes les techniques de nivellement du plateau tibial décrites à ce jour^{13,26,29,45,48}, il est nécessaire, afin d'obtenir l'APT post-opératoire désiré, de réaliser une mesure de l'APT pré-opératoire sur une radiographie de profil du tibia et une mesure de l'angle de rotation à faire subir au plateau tibial (par la mesure du coin d'ostectomie dans les technique d'ostectomie tibiale crâniale en coin ou par la mesure de la rotation du massif tibial proximal pour la TPLO).

Un premier intérêt de notre technique est qu'elle ne nécessite aucune mesure d'angle pour l'obtention d'un APT post-opératoire compatible avec une récupération fonctionnelle. Elle permet ainsi un gain de temps pré-opératoire et per-opératoire en s'abstenant de la réalisation de mesures dont la précision est douteuse.^{12,19}

Un second intérêt de notre technique réside dans le fait qu'elle conserve dans la majorité des cas un point fixe osseux entre le massif tibial proximal et les reste du tibia. Il s'agit du pont osseux situé entre le point d'insertion crânio-distal du ligament collatéral médial et le point de rotation du massif tibial proximal. Dans notre étude, dans 2 cas sur 12 (16,7 %), le pont osseux s'est fracturé au moment de la bascule du massif tibial proximal et n'a pu être conservé. Le double avantage de la conservation ce pont osseux est (1) la non désolidarisation du massif tibial proximal du reste de l'os et (2) la réalisation d'une bascule du massif tibial proximal parfaitement perpendiculairement au plan sagittal du tibia. Dans les autres techniques décrites jusqu'à présent^{13,26,29,45,48}, il existe toujours une désolidarisation complète du massif tibial proximal du reste du tibia. Nous pensons que cela peut être à l'origine d'une bascule du plateau tibial dans plan non parfaitement perpendiculaire au plan sagittal du tibia entraînant alors un varus ou un valgus du tibia comme décrit dans les complications de la technique décrite par Damur¹³, et une instabilité post-opératoire du site d'ostectomie.

Afin de fixer l'un à l'autre les 2 abouts osseux après ostectomie, nous avons utilisé une vis de traction dirigée caudo-proximale. Cette méthode a permis la fixation temporaire des 2 abouts osseux l'un à l'autre dans les conditions expérimentales mais nous doutons que cette méthode, du même type que celle utilisée dans la technique décrite par Damur¹³, soit suffisante *in vivo*. Dans les conditions du vivant, nous pensons qu'à cette vis de traction doit s'ajouter une plaque d'ostéosynthèse posée sur la face médiale du tibia et assurant une meilleure stabilisation du site d'ostectomie, de la même manière que dans plusieurs techniques déjà décrites.^{26,28,45,48}

La méthode conventionnelle de mesure de l'APT utilise les points crânial et caudal du plateau tibial, le centre des éminences intercondyliennes et le centre du talus comme points de repère radiographiques. D'autres méthodes ont été décrites pour la mesure radiographique de l'APT.^{10,24} Toutes les études sur les techniques de nivellement du plateau tibial décrites à ce jour utilisent la méthode conventionnelle comme méthode de mesure d'APT. Nous avons également choisi d'utiliser la méthode conventionnelle afin de confronter plus judicieusement nos résultats aux données de la littérature.

Nous avons constaté dans notre étude une variabilité des mesures réalisées par le même lecteur par le calcul de l'écart-type intra-lecteur ($0,78^\circ$ et $0,91^\circ$ respectivement) ainsi qu'une variabilité des mesures de l'APT pré-opératoire et post-opératoire entre les différents lecteurs par le calcul de l'écart-type inter-lecteurs ($0,69^\circ$ et $0,98^\circ$ respectivement).

Des variabilités intra-lecteur et inter-lecteurs du même ordre de grandeur que celles trouvées dans cette étude avaient déjà été constatées lors d'une étude réalisée sur des radiographies de tibias non opérés dans laquelle la variabilité intra-lecteur étaient de $1,5^\circ$ et la variabilité inter-lecteurs étaient de $0,8^\circ$.¹⁹

Compte tenu de cette variabilité des mesures, nous pensons qu'il est illusoire de vouloir réaliser une mesure extrêmement précise de l'APT. Cependant, nous postulons que la moyenne des mesures effectuées par les 3 lecteurs à 3 occasions différentes (9 lectures au total) pour chaque APT s'approche de la valeur exacte. C'est sur ces valeurs que nous fondons nos conclusions.

Il a été constaté dans notre étude une moyenne de l'APT pré-opératoire de $23,48^\circ \pm 2,54^\circ$ (extrêmes : $20,56^\circ$ - $27,67^\circ$) et une moyenne de l'APT post-opératoire de $2,73^\circ \pm 3,60^\circ$ (extrêmes : $-4,11^\circ$ - $7,50^\circ$). Lors de chirurgie de nivellement du plateau tibial, la valeur d'APT post-opératoire couramment recommandée se situe entre 0° et 5° .^{14,48} Il a cependant été démontré par une étude in vitro que la poussée tibiale crâniale était annulée pour une valeur d'APT de $6,5^\circ \pm 0,9^\circ$.⁵⁴ L'obtention d'un tel APT post-opératoire serait donc compatible avec une récupération fonctionnelle. La valeur moyenne d'APT post-opératoire de $2,73^\circ \pm 3,60^\circ$ obtenue dans notre étude se situe dans l'intervalle recommandée d'APT post-opératoire et 9 des 12 valeurs d'APT post-opératoires obtenues (75 %) se situent dans l'intervalle $[0^\circ - 6,5^\circ]$. Lors de procédure de nivellement de plateau tibial, une complication théorique est la mise en tension excessive du LCCd par transformation de la poussée tibiale crâniale en poussée tibiale caudale, en particulier lorsque l'APT post-opératoire est très faible voire négatif.^{39,54} Une

étude s'intéressant aux complications de 253 ostéotomies de nivellement du plateau tibial (TPLO) n'a cependant pas mentionné de rupture de ligament croisé caudal, alors même que certains des tibias opérés avaient un APT post-opératoire négatif allant jusqu'à -7° .³⁸ Ainsi il n'existerait pas de complication majeure associée à l'obtention d'un APT post-opératoire légèrement négatif. Dans notre étude, 2 des 12 valeurs obtenues d'APT post-opératoire sont négatives ($-3,50^\circ$ et $-4,11^\circ$). Nous pensons que ces 2 valeurs, même si elles ne sont pas comprises dans l'intervalle de valeurs d'APT post-opératoire recommandé, sont compatibles avec une récupération fonctionnelle de l'animal sans risque de complications augmenté.

La valeur d'APT post-opératoire la plus élevée dans notre étude est de $7,5^\circ$. Cette valeur est très légèrement supérieure à la valeur d'APT de $6,5 \pm 0,9^\circ$ pour laquelle la poussée tibiale crâniale est annulée. Les valeurs optimales de l'APT permettant une récupération fonctionnelle n'ont à ce jour pas été établies et des études cliniques rétrospectives dont l'objectif serait de déterminer l'intervalle de valeurs d'APT post-opératoire compatible avec une récupération fonctionnelle de l'animal sont nécessaires.

Le coefficient de corrélation de 0,575, à la limite de la significativité, entre les valeurs d'APT pré-opératoires et d'APT post-opératoires montre qu'il n'existe pas, dans notre étude, de relation claire entre la valeur mesurée de l'APT pré-opératoire et celle de l'APT post-opératoire. En d'autres termes, les repères anatomiques choisis pour la réalisation du coin d'ostéotomie permettent l'obtention d'un APT post-opératoire compatible avec une récupération fonctionnelle de l'animal sans que la valeur de l'APT pré-opératoire ne soit à prendre en compte.

Nous avons mesuré la différence entre l'APT pré-opératoire et l'APT post-opératoire : moyenne : $20,80^\circ \pm 3,13^\circ$ (intervalle : $15,83^\circ - 26,11^\circ$) qui est également l'angle de bascule du plateau tibial, et nous avons constaté que cette valeur était systématiquement plus faible que l'ABT dont la moyenne est de $26,60^\circ \pm 3,30^\circ$ (intervalle : $21,22^\circ - 31,39^\circ$). Nous pensons que la valeur plus faible de la bascule obtenue par rapport à la bascule théorique est liée à l'impossibilité de placer parfaitement bord à bord les deux bouts osseux lors de leur rapprochement. Il reste obligatoirement un espace interosseux entraînant une « sous-correction » par rapport à la correction théorique. Dans les conditions du vivant, cet espace serait rapidement colonisé par du tissu osseux cicatriciel.

Dans la mesure où il est illusoire de réaliser une mesure précise de l'APT pré-opératoire et de l'angle de rotation à faire subir au plateau tibial lors d'opération de nivellement du plateau tibial, notre technique ne reposant sur aucune mesure de l'APT ou de l'angle de rotation à faire subir au plateau tibial lors de l'opération, mais assurant, par l'utilisation de points de repères anatomiques facilement identifiables pendant l'opération, l'obtention dans 11 cas sur 12 (91,7 %), d'un APT post-opératoire reconnu comme compatible avec une récupération fonctionnelle, semble intéressante et n'a jamais été décrite à ce jour. Une étude clinique du résultat fonctionnel obtenu par l'utilisation de cette technique doit être conduite.

CONCLUSION

La rupture du ligament croisé crânial, élément principal de stabilité antéro-postérieure du genou, est une affection invalidante chez le chien, responsable de boiterie et de douleur de l'articulation concernée. Le traitement de cette affection est chirurgical et les techniques de traitement par nivellement du plateau tibial offrent de bons résultats.

Notre étude prouve qu'une technique de nivellement du plateau tibial par ostectomie tibial crânial en coin utilisant des repères anatomiques et s'abstenant de mesures d'angles pré et per-opératoires, fastidieuses et peu précises, permet d'obtenir un APT post-opératoire dans l'intervalle des valeurs d'APT reconnues comme compatibles avec une récupération fonctionnelle de l'animal dans 92 % des cas. Une étude clinique réalisée chez des chiens ayant été opérés par cette technique est nécessaire pour prouver son efficacité *in vivo*.

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, A. MILON, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que

Mr Marc, Pierre, Jean DHUMEAUX

a été admis(e) sur concours en : 2002

a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 12 Juillet 2007

n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, Jean SAUTET, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

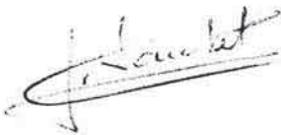
autorise la soutenance de la thèse de :

Mr Marc, Pierre, Jean DHUMEAUX

intitulée :

« Rupture du ligament croisé crânial chez le chien : étude radiographique d'une technique de traitement par nivellement du plateau tibial ne nécessitant pas de mesure pré et per-opératoire de l'angle du plateau tibial »

**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Jean SAUTET**



**Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON**



**Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Jean-Philippe CAHUZAC**



Prof. J. PH. CAHUZAC
Orthopédie-Traumatologie
Hôpital des Enfants
 TSA 70034 - C.H.U. TOULOUSE

**Vu le : 13 MAI 2008
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Gilles FOURTAMER**



LISTE DES ABREVIATIONS

ABT : angle de bascule théorique
APT : angle du plateau tibial
CCWO : cranial closed wedge osteotomy
CWO : chevron wedge osteotomy
LCA : ligament croisé antérieur
LCCd : ligament croisé caudal
LCCr : ligament croisé crânial
PTIO : proximal tibial intraarticular ostectomy
TPLO : tibial plateau levelling osteotomy
TTA : tibial tuberosity advancement

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Face crâniale du fémur gauche (d'après ³³)

Figure 2 : Face caudale du fémur gauche (d'après ³³)

Figure 3 : Face caudale du tibia gauche (d'après ³³)

Figure 4 : Face latérale du tibia gauche (d'après ³³)

Figure 5 : Aspect caudal de la patelle gauche (d'après ³³)

Figure 6 : Vue dorsale de l'extrémité proximal du tibia montrant les ménisques et leurs insertions (d'après ¹⁷)

Figure 7 : Mécanisme des lésions du ménisque médial (d'après ¹⁷)

Figure 8 : Vues du genou faisant apparaître la synoviale articulaire (d'après ⁹)

Figure 9 : Vue médiale des ligaments croisés d'un genou gauche (d'après ³³)

Figure 10 : Vue dorsale des ligaments croisés (d'après ³³)

Figure 11 : Rôles des ligaments croisés dans la stabilité du grasset

Figure 12 : Muscles extenseurs et fléchisseurs de genou

Figure 13 : Muscles adducteurs et abducteurs de genou (stabilité en valgus et varus)

Figure 14 : muscles rotateurs du genou

Figure 15 : Ligament collatéral lors de l'extension et de la flexion du genou : tendu en flexion, relâché en extension (d'après ⁵²)

Figure 16 : A gauche : vue latérale du genou montrant le LCCr (A) et le LCCd (B). A droite : modèle à 4 barres de liaison contrôlant les mouvements du genou. Les insertions proximales des ligaments croisés sont situées sur le fémur (A). Les insertions distales des ligaments croisés sont situées sur le tibia (B) (d'après ⁴⁴)

Figure 17 : Rupture du LCCr et mouvement de tiroir antérieur

Figure 18 : Flexion du genou limitée par le contact entre la cuisse et le mollet et non pas par le LCCd (A) ou le LCCr (B)

Figure 19 : Extension du genou limitée par le contact entre la partie crâniale de la fosse intercondylienne (A) et le LCCr (B)

Figure 20 : Traction antéro-proximale (flèche courbe) exercée par le muscle quadriceps sur l'extrémité proximale du tibia. Cette force est opposée à celle exercée par le LCCr (flèche droite) (d'après ²⁵)

Figure 21 : Traction postérieure exercée par les muscles de « l'arrière de la cuisse » sur l'extrémité proximale du tibia (d'après ²⁵)

Figure 22 : Traction postérieure exercée par le muscle gastrocnémien (G) sur l'extrémité distale du fémur lors de l'appui. Cette traction est antagoniste au rôle du LCCr (*) (d'après ²⁵)

Figure 23 : Forces appliquées sur le plateau tibial (P) lors de l'appui : résultante de l'action d'une force compressive (C), de direction parallèle à l'axe fonctionnel du tibia (F), et de la poussée tibiale crâniale (T)

Figure 24 : Effets des forces appliquées sur l'articulation du genou lors de l'appui

Figure 25 : Bilan des forces exerçant la poussée tibiale crâniale et des forces s'opposant à la poussée tibiale crâniale

Figure 26 : Classification des ruptures du LCCr (d'après ¹⁶)

Figure 27 : Vascularisation des ligaments croisés

Figure 28 : Test du tiroir direct (d'après ⁵²)

Figure 29 : Test de compression tibiale (d'après ⁵²)

Figure 30 : Radiographie latérale d'un genou normal (Radiographie : M. Dhumeaux)

Figure 31 : Subluxation tibiale crâniale mise en évidence sur une radiographie d'un genou atteint de rupture du LCC. Remarquer l'avancement du tibia par rapport à l'extrémité distale du fémur, le genou étant fléchi à 90° (Radiographie : Ph. Haudiquet)

Figure 32 : Détermination de l'APT (Φ) par construction sur une vue latérale du tibia (d'après ¹⁹)

Figure 33 : Détermination de l'APT par utilisation d'une ligne tangentielle à la portion linéaire observée sur la partie crâniale du condyle tibial médial (d'après ¹⁰)

Figure 34 : Calcul de l'APT post-opératoire (TPA') à partir de l'APT pré-opératoire (TPA) et du rayon de courbure (R) de la scie en cloche (d'après ⁵²)

Figure 35 : TPLO réalisée avec fixation d'une plaque sur la face médiale d'un tibia droit

Figure 36 : Ostectomie tibiale crâniale en coin (d'après ²⁶)

Figure 37 : Ostectomie tibiale crâniale en coin, « technique de Montavon » (d'après ¹³)

Figure 38 : Ostectomie tibiale en chevron (d'après ²⁶)

Figure 39 : Hinged hybrid circular external fixation (d'après ²⁶)

Figure 40 : Wedge osteotomy linear fixation (WOLF) (d'après ²⁶)

Figure 41 : Schématisation de la technique de PTIO (d'après ²⁹)

Figure 42 : Radiographie latérale du genou après PTIO (d'après ²⁹)

Figure 43 : Radiographie post-opératoire d'une TTA (d'après ²⁷)

Figure 44 : Les différentes types de lésions du ménisque médial (d'après ¹⁷)

Figure 45 : Incision de relâchement du ménisque médial (A). Cette incision assure une protection de la corne postérieure en cas de mouvement de tiroir (B) (d'après ⁵²)

Figure 46 : Fracture de la crête tibiale après TPLO (flèche blanche) (d'après ⁵⁰)

Figure 47 : Complications rencontrées chez 696 chiens ayant subi une TPLO (d'après ⁵⁰)

Figure 48 : Radiographie médio-latérale pré-opératoire

Figure 49 : Radiographie caudo-crâniale pré-opératoire

Figure 50 : Vue crânio-médial d'un genou montrant l'emplacement des 4 points de repère et les localisations des ostéotomies (traits pointillés)

Figure 51 : étapes de la procédure d'ostectomie tibiale crâniale en coin

Figure 52 : Radiographie pré-opératoire faisant apparaître les 4 billes de plomb en place (radiographie Ph. Haudiquet)

Figure 53 : Radiographie post-opératoire. Vis de traction en place (radiographie Ph. Haudiquet)

Figure 54 : Traits de construction sur papier calque (Canson® 80 g/m²), collé à la surface du film radiographique permettant le mesure de l'APT pré-opératoire. (radiographie Ph. Haudiquet)

Figure 55 : Traits de construction sur papier calque (Canson® 80 g/m²), collé à la surface du film radiographique permettant le mesure de l'APT post-opératoire (radiographie Ph. Haudiquet)

Figure 56 : Traits de construction sur papier calque (Canson® 80 g/m²), collé à la surface du film radiographique permettant la mesure de l'ABT sur la radiographie pré-opératoire après implantation des billes de plomb (radiographie Ph. Haudiquet)

Figure 57 : Répartition des âges, poids, sexe et race des animaux étudiés

Figure 58 : Moyennes calculées des APT pré-opératoires et post-opératoires

Figure 59 : Répartition des 12 APT pré et post-opératoires

Figure 60 : Etude de la corrélation entre l'APT pré-opératoire et l'APT post-opératoire. Le coefficient de corrélation (r) est de 0,57 (non significatif)

Figure 61 : Moyennes des ABT et de la différence entre APT pré-opératoire et APT post-opératoire des 12 tibias étudiés

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Akeson WH (ed): The response of ligaments to stress modulation : an overview of the ligament healing response. In Knee ligaments : structure, function, injury and repair. Ed Raven Press, 1990. 558p), 1990
2. Amiel D, Von Schroeder H, Akeson WH: The response of ligaments to stress modulation : an overview of the ligament healing response. In Knee ligaments : structure, function, injury and repair. Ed Raven Press, 1990. 558p.
3. Arnoczky KJ, Marshall JL: Pathomechanics of cruciate ligaments and meniscal injuries. In Pathophysiology of small animal surgery. MJ Bojrab Ed. Lea & Febiger, Philadelphia, p 590-603.
4. Arnoczky SP: The cruciate ligaments : the enigma of the canine stifle. J. Small Anim. Pract. 29:71, 1988
5. Arnoczky SP, Marshall JL: The cruciate ligaments of the canine stifle: an anatomical and functional analysis. Am J Vet Res 38:1807, 1977
6. Arnoczky SP, Warren RF, Kaplan N: Meniscal remodeling following partial meniscectomy--an experimental study in the dog. Arthroscopy 1:247, 1985
7. Arnoczky SP, Warren RF, Spivak JM: Meniscal repair using an exogenous fibrin clot. An experimental study in dogs. J Bone Joint Surg Am 70:1209, 1988
8. Bardet JF: LCA : traitement par ostéotomie tibiale de nivellement. L'Action vétérinaire 1463, 1999
9. Barone R: Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome II Arthrologie et myologie. 1980. Ed Vigot, Paris, 984 p.

10. Baroni E, Matthias RR, Marcellin-Little DJ, et al: Comparison of radiographic assessments of the tibial plateau slope in dogs. *Am J Vet Res* 64:586, 2003
11. Bennett D: A reappraisal of anterior cruciate ligament disease in the dog. *J Small Anim Pract* 29:275, 1988
12. Caylor KB, Zumpano CA, Evans LM, et al: Intra- and interobserver measurement variability of tibial plateau slope from lateral radiographs in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 37:263, 2001
13. Damur DM, Tepic S, Montavon PM: Proximal tibial ostectomy for the repair of cranial cruciate-deficient stifle joints in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 16:211, 2003
14. Dejardin LM: Tibial Plateau Leveling Osteotomy. In *Textbook of small animal surgery* (ed 3) vol2. Saunders ; 2003, p 2133-2143
15. Doverspike M, Vasseur PB: Contralateral cranial cruciate ligament rupture : incidence in 114 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 29:167, 1993
16. Drapé J, Ghitalla S, Autefage A: Rupture du ligament croisé antérieur (L.C.A.) chez le chien : pathologie traumatique ou dégénérative ? *Point Vét.* 22:57, 1990
17. Drapé J, Ghitella S, Autefage A: Lésions méniscales et rupture du ligament croisé antérieur : étude rétrospective de 400 cas. *Point Vét* 22:39, 1990
18. Duval JM, Budsberg SC, Flo GL, et al: Breed, sex, and body weight as risk factors for rupture of the cranial cruciate ligament in young dogs. *J Am Vet Med Assoc* 215:811, 1999
19. Fettig AA, Rand WM, Sato AF, et al: Observer variability of tibial plateau slope measurement in 40 dogs with cranial cruciate ligament-deficient stifle joints. *Vet Surg* 32:471, 2003

20. Fitch RB, Montgomery RD, Kincaid SA, et al: The effect of intercondylar notchplasty on the normal canine stifle. *Vet Surg* 24:156, 1995
21. Fitch RB, Montgomery RD, Milton JL, et al: The intercondylar fossa of the normal canine stifle an anatomic and radiographic study. *Vet Surg* 24:148, 1995
22. Flo GL, Deyoung D: Meniscal injuries and medical meniscectomy in the canine stifle. *J Am Anim Hosp Assoc* 14:683, 1978
23. Hamelin A: Rupture du ligament croisé, des races à risque. *La dépêche vétérinaire* 778:22, 2003
24. Headrick J, Cook J, Helphrey M, et al: A novel radiographic method to facilitate measurement of the tibial plateau angle in dogs. A prospective clinical study. *Vet Comp Orthop Traumatol* 20:24, 2007
25. Henderson RA, Milton JL: The tibial compression mechanism : a diagnosis aid in stifle injuries. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 14:474, 1978
26. Hildreth BE, Marcellin-Little DJ, Roe SC, et al: In vitro evaluation of five canine tibial plateau leveling methods. *Am J Vet Res* 67:693, 2006
27. Hoffmann DE, Miller JM, Ober CP, et al: Tibial tuberosity advancement in 65 canine stifles. *Vet Comp Orthop Traumatol* 19:219, 2006
28. Jerram RM, Walker AM: Cranial cruciate ligament injury in the dog: pathophysiology, diagnosis and treatment. *N Z Vet J* 51:149, 2003
29. Jerram RM, Walker AM, Warman CG: Proximal tibial intraarticular ostectomy for treatment of canine cranial cruciate ligament injury. *Vet Surg* 34:196, 2005
30. Johnson JM, Johnson AL: Cranial cruciate ligament rupture. Pathogenesis, diagnosis, and postoperative rehabilitation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 23:717, 1993

31. Kim ES, Pozzi A, Kowaleski MP, et al: Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. *Vet Surg* 37:111, 2008
32. Lazar TP, Berry CR, deHaan JJ, et al: Long-term radiographic comparison of tibial plateau leveling osteotomy versus extracapsular stabilization for cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Vet Surg* 34:133, 2005
33. Miller J: *Anatomy of the dog* (ed 3). Ed Saunders ; 1993. 1113 p.
34. Monk ML, Preston CA, McGowan CM: Effects of early intensive postoperative physiotherapy on limb function after tibial plateau leveling osteotomy in dogs with deficiency of the cranial cruciate ligament. *Am J Vet Res* 67:529, 2006
35. Morris E, Lipowitz AJ: Comparison of tibial plateau angles in dogs with and without cranial cruciate ligament injuries. *J Am Vet Med Assoc* 218:363, 2001
36. Paatsama S: Ligament injuries in the canine stifle joint : a clinical and experimental study. *In*, Helsinki, Kauppakirjapaino OY
37. Payne JT, Constantinescu GM: Stifle joint anatomy and surgical approaches in the dog. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 23:691, 1993
38. Priddy NH, 2nd, Tomlinson JL, Dodam JR, et al: Complications with and owner assessment of the outcome of tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs: 193 cases (1997-2001). *J Am Vet Med Assoc* 222:1726, 2003
39. Reif U, Hulse DA, Hauptman JG: Effect of tibial plateau leveling on stability of the canine cranial cruciate-deficient stifle joint: an in vitro study. *Vet Surg* 31:147, 2002
40. Ritter MJ, Perry RL, Olivier NB, et al: Tibial plateau symmetry and the effect of osteophytosis on tibial plateau angle measurements. *J Am Anim Hosp Assoc* 43:93, 2007

41. Rochat MC: Arthroscopy. *Vet. Clin. North Am.* 31:761, 2001
42. Ruberte J, Sautet J: Atlas d'anatomie du chien et du chat. Vol. 3 : Abdomen, bassin et membre pelvien, 1995
43. Schils JP, Resnick D, Sartoris DJ: Diagnostic imaging of ligamentous injuries of the knee. In *Knee ligaments : structure, function, injury and repair*. Ed Raven Press, 1990. 558p.
44. Slocum B, Devine T: Cranial tibial thrust: a primary force in the canine stifle. *J Am Vet Med Assoc* 183:456, 1983
45. Slocum B, Devine T: Cranial tibial wedge osteotomy: a technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair. *J Am Vet Med Assoc* 184:564, 1984
46. Slocum B, Slocum TD: Knee : Diagnostic Tests in Current techniques in small animal surgery (ed 4). Lea & Febiger, Philadelphia, 1998, p 1187
47. Slocum B, Slocum TD: Meniscal release. in Current techniques in small animal surgery (ed 4). Lea & Febiger, Philadelphia, 1998, p 1197-1199
48. Slocum B, Slocum TD: Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 23:777, 1993
49. Slocum B, Slocum TD: Tibial plateau levelling osteotomy for cranial cruciate ligament rupture. in Current techniques in small animal surgery (ed 4). Lea & Febiger, Philadelphia, 1998, p 1209-1215
50. Stauffer KD, Tuttle TA, Elkins AD, et al: Complications associated with 696 tibial plateau leveling osteotomies (2001-2003). *J Am Anim Hosp Assoc* 42:44, 2006
51. Tirgari M: A study of the effects of various experimental surgical procedures designed to produce degenerative arthritis in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 14:757, 1978

52. Vasseur PB: Stifle joint. In Textbook of small animal surgery (ed 3) vol2. Saunders ; 2003, p 2090-2133
53. Vasseur PB, Pool RR, Arnoczky SP, et al: Correlative biomechanical and histologic study of the cranial cruciate ligament in dogs. Am J Vet Res 46:1842, 1985
54. Warzee CC, Dejardin LM, Arnoczky SP, et al: Effect of tibial plateau leveling on cranial and caudal tibial thrusts in canine cranial cruciate-deficient stifles: an in vitro experimental study. Vet Surg 30:278, 2001
55. Whitehair JG, Vasseur PB, Willits NH: Epidemiology of cranial cruciate ligament rupture in dogs. J Am Vet Med Assoc 203:1016, 1993
56. Widmer WR, Buckwalter KA, Braunstein EM, et al: Principles of magnetic resonance imaging and application to the stifle joint in dogs. J. Am. Vet. Med. Assoc. 198:1914, 1991

TOULOUSE, 2008

NOM : DHUMEAUX

PRENOM : MARC, PIERRE, JEAN

TITRE : RUPTURE DU LIGAMENT CROISE CRANIAL CHEZ LE CHIEN :
REVUE DE LA LITTERATURE ET ETUDE *IN VITRO* D'UNE TECHNIQUE DE TRAITEMENT
PAR NIVELLEMENT DU PLATEAU TIBIAL UTILISANT DES REPERES ANATOMIQUES
PRECIS ET NE NESSECITANT PAS DE MESURES PRE ET PER-OPERATOIRES DE L'ANGLE
DU PLATEAU TIBIAL

RESUME : La rupture du ligament croisé crânial est l'affection du genou la plus fréquente chez le chien. Cette rupture entraîne une boiterie du membre concerné par instabilité antéro-postérieure du genou. Son traitement est chirurgical. L'approche traditionnelle du traitement consiste en un remplacement du ligament croisé crânial rompu par une prothèse ligamentaire synthétique ou biologique par des techniques intra ou extracapsulaires. Une approche plus récente consiste en la réalisation d'un nivellement du plateau tibial afin de diminuer la poussée tibiale crâniale responsable de la subluxation tibiale crâniale. Toutes les techniques de nivellement du plateau tibial décrites jusqu'à présent nécessitent des mesures pré et per-opératoires de l'angle du plateau tibial qui ont pour inconvénient d'être à la fois fastidieuses et peu précises.

Cette thèse réalise une revue bibliographique de la rupture du ligament croisé crânial chez le chien et de présente les résultats d'une étude expérimentale réalisée sur 12 tibias de 6 chiens décédés pour des raisons indépendantes de l'étude, d'une technique de nivellement du plateau tibial par ostectomie tibiale proximale crâniale en coin, mise au point par le Dr P.R. Haudiquet, ne nécessitant pas de mesures pré ou per-opératoires mais permettant, par l'utilisation de points de repère facilement identifiables per-chirurgicalement, l'obtention d'un angle du plateau tibial post-opératoire assurant une réduction de la poussée tibiale crâniale compatible avec une récupération fonctionnelle.

MOTS-CLES : rupture ligament croisé antérieur - rupture ligament croisé crânial - genou - TPLO - angle plateau tibial – ostectomie tibiale crâniale en coin - chien

ENGLISH TITLE: CRANIAL CRUCIATE LIGAMENT RUPTURE IN THE DOG :
LITTERATURE REVIEW AND *IN VITRO* STUDY OF A SURGICAL TREATMENT BY A
TIBIAL PLATEAU LEVELING TECHNIQUE USING ANATOMIC LANDMARKS AND NOT
REQUIRING PRE AND PEROPERATIVE TIBIAL PLATEAU ANGLE MEASUREMENT

ABSTRACT: Cranial cruciate ligament rupture is the most common stifle affection in the dog. This rupture induces lameness of the affected limb by cranio-caudal instability of the stifle. Its treatment requires surgery. The traditional approach of this treatment is to replace the ruptured ligament by a ligament synthetic or natural prosthesis by either intracapsular or extracapsular techniques. A new approach is to perform a tibial plateau leveling in order to reduce the cranial tibial thrust responsible for the tibial cranial subluxation. All the tibial plateau leveling techniques that have already been described need both pre and peroperative measurements of the tibial plateau angle. These determinations are both time-consuming and not precise.

This thesis presents a litterature review on cranial cruciate ligament rupture in the dog and presents an experimental study performed on 12 tibias from 6 dog cadavers of a tibial plateau leveling technique by proximal cranial closed wedge ostectomy, designed by Dr P.R. Haudiquet, not requiring neither preoperative nor peroperative tibial plateau angle measurement but providing, using easily per-surgically identifiable anatomic landmarks, a postoperative tibial plateau angle insuring a reduction of the cranial tibial thrust compatible with a functional recovery of the affected dogs.

KEYWORDS : cranial cruciate ligament rupture - stifle - TPLO - tibial plateau angle - cranial closed wedge osteotomy - dog