

TABLE DES MATIERES

TABLE DES TABLEAUX	5
TABLE DES ILLUSTRATIONS	7
INTRODUCTION	11
1. GENERALITES SUR LES FRACTURES FEMORALES DU VEAU NOUVEAU NE	13
1.1. Etiologie des fractures fémorales	13
1.1.1. Facteurs favorisant les fractures fémorales	13
1.1.2. Les facteurs déclenchants	14
1.2. Description, classification et biomécanique des fractures fémorales	17
1.2.1. Anatomie de la région fémorale	17
1.2.2. Localisation des fractures fémorales	21
1.2.3. Biomécanique	24
1.2.4. Les types de fractures	30
1.3. Diagnostic	32
1.3.1. Diagnostic clinique	32
1.3.2. Diagnostic radiologique	33
1.4. Pronostic	34
1.5. Cicatrisation	35
1.6. Techniques chirurgicales actuelles	41
1.6.1. Etudes comparatives	42
1.6.1.1. Etude comparative de différentes techniques de contention	43
1.6.1.2. Etude de différentes techniques d'enclouage centro-médullaire	44
1.6.1.3. L'association enclouage centro-médullaire et fixateur externe	45
1.6.2. La pose de plaque est une alternative peu intéressante	47
1.6.2.1. La plaque cobra	47
1.6.2.2. La plaque intracondylienne	48
1.6.3. Les autres techniques	49
2. L'ENCLOUAGE CENTRO-MEDULLAIRE DANS LE TRAITEMENT DES FRACTURES FEMORALES CHEZ LE VEAU : LE CONCEPT DE BROCHE A EFFET EXPANSIF	53
2.1. Présentation de l'implant	53
2.1.1. Description de la broche dans sa version actuelle	53

2.1.2.	Evolution de l'implant depuis sa mise au point jusqu'à la forme actuelle	55
2.2.	Intérêt de l'effet expansif	58
2.3.	Présentation du matériel nécessaire	59
2.4.	Présentation de la technique chirurgicale	60
2.4.1.	Indications	60
2.4.2.	Contre-indications	61
2.4.3.	Temps pré-opératoire et anesthésie	62
2.4.3.1.	Antibioprévention	62
2.4.3.2.	Radiographie	63
2.4.3.3.	Anesthésie	63
2.4.3.3.1.	Anesthésie épidurale	63
2.4.3.3.2.	Protocole d' Anesthésie fixe	65
2.4.3.3.3.	Anesthésie gazeuse	68
2.4.3.4.	Préparation du patient	72
2.4.4.	Temps opératoire d'après BELLON	73
2.4.5.	Temps post-opératoire	84
2.4.6.	Complications	85
3.	ETUDE DESCRIPTIVE DES RESULTATS DE L'ENCLOUAGE CENTRO-MEDULLAIRE AVEC BROCHE A EFFET EXPANSIF ; PERSPECTIVES A VENIR ET ASPECT ECONOMIQUE	89
3.1.	Etude de la technique à ses débuts (1994-95)	89
3.1.1.	Matériel et méthode	89
3.1.2.	Résultats pour la campagne 1994-95	92
3.1.3.	Discussion	95
3.2.	Etude globale de la technique	95
3.2.1.	Matériel et méthode	95
3.2.2.	Résultat globaux sur la période 1994-2003	96
3.2.2.1.	Aspect qualitatif	96
3.2.2.2.	Résultats quantitatifs	98
3.2.2.2.1.	Résultats quantitatifs à Decize	98
3.2.2.2.2.	Nombre de broches commercialisées depuis 1994	99
3.2.3.	Discussion	101
3.2.3.1.	A propos des résultats qualitatifs	101
3.2.3.2.	A propos des résultats quantitatifs	102
3.2.3.3.	Perspectives	102
3.3.	Etude de cinq cas	103
3.3.1.	Matériel et méthode	103
3.3.2.	Résultats	109
3.3.3.	Discussion	110
3.4.	ENQUETE POSTALE AUPRES DES PRATICIENS	112
3.4.1.	Matériel et méthode	112
3.4.2.	Résultats	113
3.4.3.	Discussion	115

CONCLUSION	117
BIBLIOGRAPHIE	119
ANNEXES	125

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: INCIDENCE DES FRACTURES FEMORALES CHEZ LE VEAU EN FONCTION DE LA RACE ET DE L'ETIOLOGIE.	13
TABLEAU 2 : REPARTITION DES FRACTURES FEMORALES SELON LE SEXE ET LE MEMBRE ATTEINT.	14
TABLEAU 3 : LOCALISATION DES 77 FRACTURES DU FEMUR CHEZ LE VEAU NOUVEAU NE.	22
TABLEAU 4 : PROPRIETES MECANQUES DES CALS.	40
TABLEAU 5 : SYNTHESE DES DIFFERENTES TECHNIQUES UTILISEES POUR LA REPARATION DES FRACTURES FEMORALES.	51
TABLEAU 6 : INDICATIONS DES DIFFERENTS MODELES DE BROCHES EXPANSIVES.	54
TABLEAU 7 : RESUME DES PROTOCOLES D'ANESTHESIE FIXE UTILISABLES POUR LA POSE DE BROCHE A EFFET EXPANSIF.	68
TABLEAU 8 : RESUME DU PROTOCOLE D'ANESTHESIE GAZEUSE CONSEILLE.	72
TABLEAU 9 : LISTE DES PATIENTS ADMIS POUR FRACTURE FEMORALE SUR LA CAMPAGNE 1994-95.	90
TABLEAU 10 : PREMIERS RESULTATS OBTENUS DANS LES ANNEES 1994-1995 D'APRES BELLON [7].	92
TABLEAU 11 : SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS EN 1994-95.	92
TABLEAU 12 : RESULTATS GLOBAUX DE LA TECHNIQUE D'ENCLOUAGE AVEC BROCHE EXPANSIVE D'APRES BELLON [9].	96
TABLEAU 13 : EVOLUTION DU NOMBRE DE VEAUX OPERES A DECIZE AU COURS DES NEUF DERNIERES CAMPAGNES DE VELAGE.	98
TABLEAU 14 : EVOLUTION DU NOMBRE DE BROCHES EXPANSIVES COMMERCIALISEES DEPUIS 1994.	100
TABLEAU 15 : PRESENTATION DES CINQ CAS CLINIQUES FAISANT L'OBJET D'UNE ETUDE RAPPROCHEE.	104
TABLEAU 16 : RESULTATS OBTENUS POUR LES CINQ CAS CLINIQUES [9].	109
TABLEAU 17 : SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS POUR LES CINQ CAS ETUDIES.	109

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 : EXTRACTION D'UN VEAU EN PRESENTATION ANTERIEURE A L'AIDE D'UNE VELEUSE.	15
FIGURE 2 : ASPECT DU FEMUR D'UN VEAU NOUVEAU-NE.	17
FIGURE 3 : OSTEOLOGIE DU FEMUR GAUCHE DU BŒUF D'APRES BARONE [4].	18
FIGURE 4 : MYOLOGIE DU MEMBRE PELVIEN CHEZ LES BOVINS D'APRES BARONE [5].	19
FIGURE 5 : MYOLOGIE DU MEMBRE PELVIEN CHEZ LES BOVINS D'APRES BARONE [5].	20
FIGURE 6 : MYOLOGIE DU MEMBRE PELVIEN CHEZ LES BOVINS D'APRES BARONE [5] (COUPE TRANSVERSALE A MI CUISSE).	21
FIGURE 7 : LOCALISATION DES FRACTURES FEMORALES CHEZ LE VEAU ET STRUCTURE D'UN FEMUR D'UN VEAU AGE DE DEUX MOIS D'APRES BAUDOUX ET MILITON [6].	23
FIGURE 8 : ELEMENTS DE BIOMECHANIQUE DU MEMBRE SAIN DU BOVIN D'APRES BAUDOUX ET MILITON [6].	25
FIGURE 9 : ELEMENTS DE BIOMECHANIQUE DU MEMBRE DU BOVIN APRES UNE FRACTURE DISTALE DU FEMUR D'APRES BAUDOUX ET MILITON [6].	26
FIGURE 10 : ASPECT RADIOLOGIQUE D'UNE FRACTURE DIAPHYSAIRE DISTALE CHEZ LE VEAU NOUVEAU-NE D'APRES BELLON [9].	27
FIGURE 11 : FRACTURE (ANCIENNE) FEMORALE DIAPHYSAIRE DISTALE D'ORIGINE OBSTETRICAL CHEZ UN VEAU DE 15 JOURS (PHOTOGRAPHIE PERSONNELLE ; MEMBRE POSTERIEUR GAUCHE).	28
FIGURE 12 : FORCES EXERCEES SUR LE FOYER DE FRACTURE APRES REDUCTION D'APRES BELLON [8].	29
FIGURE 13 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UNE FRACTURE SALTER ET HARRIS DE TYPE I [20].	30
FIGURE 14 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UNE FRACTURE SALTER ET HARRIS DE TYPE II [20].	31
FIGURE 15 : ASPECT DU FOYER DE FRACTURE QUELQUES HEURES APRES L'ACCIDENT [34].	36
FIGURE 16 : ASPECT DU FOYER DE FRACTURE UNE SEMAINE APRES L'ACCIDENT [34].	37
FIGURE 17 : ASPECT DU FOYER DE FRACTURE TROIS A QUATRE SEMAINES APRES L'ACCIDENT [34].	38
FIGURE 18 : ASPECT DU FOYER DE FRACTURE PLUSIEURS MOIS APRES LE TRAUMATISME [34].	39
FIGURE 19 : MATERIEL CLASSIQUEMENT UTILISE D'APRES BELLON [8].	41
FIGURE 20 : ASPECT DU MATERIEL ORTHOPEDIQUE CLASSIQUEMENT UTILISE EN CHIRURGIE VETERINAIRE D'APRES BRINKER, PIERMATTEI ET FLO [12].	42
FIGURE 21 : MONTAGES REALISES PAR CHATRE [15].	46

FIGURE 22 : ASPECT DE LA PLAQUE DITE « COBRA » D'APRES KIRKER-HEAD [29].	47
FIGURE 23 : PLAQUE INTRACONDYLIENNE PROPOSEE PAR ASHWORTH ET AL. [1].	48
FIGURE 24 : ATTELLE DE THOMAS MODIFIEE PROPOSEE PAR BAUDOUX ET MILITON [6].	49
FIGURE 25 : LA BROCHE A EFFET EXPANSIF (PHOTOGRAPHIE PERSONNELLE)	53
FIGURE 26 : LA BROCHE A EFFET EXPANSIF D'APRES BELLON [9] (PREMIERE VERSION A ELEMENTS SOUDES : TROIS PERFORATIONS CENTRALES, EXTREMITÉ BISEAUTEÉ).	55
FIGURE 27 : ASPECT DE LA BROCHE A EFFET EXPANSIF. LES ELEMENTS NE SONT PAS SOUDES. (CLICHE DU DR BELLON).	56
FIGURE 28 : COMPARAISON DE LA PREMIERE BROCHE A EFFET EXPANSIF A ELEMENTS SOUDES ET A ELEMENTS NON SOUDES. (D'APRES BELLON [8]).	57
FIGURE 29 : PRESENTATION DU MATERIEL NECESSAIRE A L'INTERVENTION (D'APRES BELLON).	60
FIGURE 30 : PREPARATION DU SITE OPERATOIRE.	73
FIGURE 31 : VOIE D'ABORD (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	74
FIGURE 32 : SITUATION ANATOMIQUE DE LA ZONE INCISEE.	74
FIGURE 33 : VOIE D'ABORD (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	75
FIGURE 34 : ABOUT OSSEUX PROXIMAL APRES CURETAGE (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	76
FIGURE 35 : FORAGE DE L'ABOUT PROXIMAL AVEC UNE MECHE DE 13 MM [9] (PHOTOGRAPHIE DU DOCTEUR BELLON).	77
FIGURE 36 : INTRODUCTION DE LA BROCHE DANS L'ABOUT PROXIMAL (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	78
FIGURE 37 : BROCHE TOTALEMENT REMONTEE DANS L'ABOUT PROXIMAL [9] (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	78
FIGURE 38 : MISE EN PLACE DE LA POIGNEE DE POSE. (PHOTOGRAPHIES DU DR. BELLON).	79
FIGURE 39 : REDUCTION DE LA FRACTURE A L'AIDE D'UN CROCHET ET D'UN LEVIER DE HOHMAN. (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	79
FIGURE 40 : FRACTURE REDUITE (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	80
FIGURE 41 : IMPACTION DANS L'ABOUT DISTAL (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	80
FIGURE 42 : RADIO DE PROFIL DE CONTROLE (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	81
FIGURE 43 : VERROUILLAGE (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	82
FIGURE 44 : A GAUCHE : VERROUILLAGE CLASSIQUE . A DROITE : VERROUILLAGE MULTIPLE (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	83
FIGURE 45 : RUPTURE DE MONTAGE (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	86
FIGURE 46: RESULTATS OBTENUS 6 SEMAINES APRES L'INTERVENTION EN 1994-95.	93
FIGURE 47 : RESULTATS OBTENUS 3 MOIS APRES L'INTERVENTION.	93
FIGURE 48 : NOMBRE DE JOURS NECESSAIRES A LA REPRISSE D'APPUI APRES L'INTERVENTION.	94
FIGURE 49 : RESULTATS OBTENUS POUR 103 INTERVENTIONS ENTRE 15J ET 3 MOIS POST-OPERATOIRE.	97

FIGURE 50 : NOMBRE DE VEAUX OPERES PAR CAMPAGNE DE VELAGE	99
FIGURE 51 : NOMBRE DE BROCHES COMMERCIALISEES PAR CAMPAGNE DE VELAGE	100
FIGURE 52 : ASPECT RADIOLOGIQUE DE QUATRE DES CINQ FRACTURES ETUDIEES (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	105
FIGURE 53 : ASPECTS RADIOGRAPHIQUES DE TROIS DES CINQ FRACTURES APRES REDUCTION. CLICHES POST-OPERATOIRES IMMEDIAT. (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	106
FIGURE 54 : ASPECT RADIOGRAPHIQUE DE QUATRE DES CINQ FRACTURES ENVIRON SIX SEMAINES APRES L'INTERVENTION (PHOTOGRAPHIE DU DR. BELLON).	108
FIGURE 55 : RESULTATS OBTENUS POUR LES CINQ CAS ETUDIES TROIS MOIS APRES L'INTERVENTION.	110
FIGURE 56 : ASPECTS PHOTOGRAPHIQUES DES ANIMAUX OPERES ENVIRON 6 SEMAINES APRES L'INTERVENTION (CLICHES DU DR. BELLON).	111

Introduction

Si les fractures des membres se rencontrent parfois chez les adultes, les jeunes Bovins sont particulièrement exposés à ce type d'affection. En effet, le vêlage est une période très propice à l'apparition de fractures des membres de par les tractions qui s'effectuent alors sur les os fragiles de jeunes animaux lors de vêlage assisté. Les fractures des membres se rencontrent le plus souvent chez les races bovines donnant naissance à des veaux culards, du fait des fréquentes extractions forcées du veau à la naissance, le jeune animal restant alors coincé dans la filière pelvienne de la mère.

Après la naissance, les fractures des membres sont plus rares. Elles résultent le plus souvent des glissades et bousculades, voire de traumatismes infligés par les adultes [6, 7, 8, 24] ou de carences alimentaires (ostéoporose, ostéodystrophies) [24] .

Selon CHATRE, chez le veau, 90 % des fractures sont distales et surviennent généralement au vêlage [15, 16].

Le traitement de ces affections chez le veau fait appel à de très nombreuses techniques [1, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 32, 34, 35]. Le choix de l'une d'entre elles doit prendre en considération les particularités de la cicatrisation chez le jeune animal qui met en jeu la formation d'un cal périosté particulièrement important par rapport à celui formé par l'adulte [3]. Aussi, contentions externes, fixateurs externes, enclouages centro-medullaires et montages semi rigides représentent-ils les traitements de choix car ils favorisent ce processus chez le jeune [6]. A cela s'ajoutent des considérations d'ordre zootechnique, dans la mesure où le matériel d'immobilisation utilisé doit entraver le moins possible les mouvements du jeune veau [6, 7, 8, 23].

CRAWFORD et FRETZ [17], dans une étude intéressant 213 Bovins, montrent que les fractures fémorales représentent 68 cas sur 213 soit 32 % des fractures distales chez les Bovins. Parmi ces 68 cas de fractures fémorales, 37 soit 54,4 % apparaissent chez le veau de moins de quatre semaines.

Selon BELLON [7, 8, 9], les fractures du fémur représentent 7 % de l'ensemble des fractures du Bovin tous âges confondus : elles sont beaucoup plus rares que celles des rayons osseux distaux. Ceci s'explique par la position de la cuisse, soudée au tronc, et son importante musculature qui protège et renforce le fémur. Par contre, selon les races et le mode d'élevage, 50 à 60 % se produisent à la naissance ou dans les premières semaines de vie, et c'est ainsi qu'elles sont fréquentes chez le jeune veau de race allaitante.

Dans la suite de notre étude, nous nous intéresserons uniquement aux fractures fémorales diaphysaires, métaphysaires et épiphysaires chez le veau. Un bref aspect des différentes techniques possibles de contention sera abordé, puis nous développerons la méthode d'enclouage centro-médullaire avec une broche à effet expansif.

Ce travail intervient à l'issue d'un stage effectué chez le Docteur Jacques BELLON vétérinaire à DECIZE (58300). Ce stage a consisté à observer des opérations de fractures fémorales chez des veaux. Le Docteur BELLON a en effet mis au point et breveté la broche à effet expansif. Ce procédé est le fruit d'une expérience de plusieurs années en orthopédie du veau allaitant.

On effectuera une comparaison avec les fractures fémorales chez le poulain nouveau-né dont la taille est comparable avec celle du jeune veau.

1. Généralités sur les fractures fémorales du veau nouveau né

1.1. *Etiologie des fractures fémorales*

1.1.1. Facteurs favorisant les fractures fémorales

Dans une étude portant sur 77 cas, FERGUSON [24] montre l'implication de certains facteurs qui semblent favoriser l'apparition des fractures fémorales :

- La répartition par race, des animaux atteints de fractures fémorales montre que les veaux de races possédant le gène culard (Charolais, Simmental, Maine-Anjou) sont plus souvent touchés (le phénotype culard correspond à l'expression du gène culard qui commande une hypertrophie des masses musculaires de la cuisse). La proportion de fractures fémorales d'origine obstétricale est respectivement de 85 %, 84 % et 100 % pour ces trois races. Cela s'explique par les fréquentes extractions forcées de ces jeunes à la naissance (Tableau 1). On remarque également que chez les Bovins de race Maine-Anjou inclus dans l'échantillon, la totalité des fractures fémorales sont d'origine obstétricale.

Tableau 1: Incidence des fractures fémorales chez le veau en fonction de la race et de l'étiologie d'après J. Ferguson [24].

Race	Au vêlage (%)	Traumatisme post partum (%)	Total (%)
Charolais	22 (85)	4 (15)	26 (34)
Simmental	21 (84)	4 (16)	25 (33)
Maine Anjou	8 (100)	0 (0)	8 (10)
Holstein	2 (29)	5 (71)	7 (9)
Hereford	2 (50)	2 (50)	4 (5)
Autres	3 (43)	4 (57)	7 (9)
Total	58 (75)	19 (25)	77 (100)

- Le fémur gauche est plus souvent touché que le droit et cela dans des proportions importantes (Tableau 2). Cette latéralité, confirmée par de nombreux auteurs est pour l'instant inexpliquée [7, 8, 9].

Tableau 2 : Répartition des fractures fémorales selon le sexe et le membre atteint d'après J. Ferguson [24].

Localisation	Mâles (%)	Femelles (%)	Total (%)
Fémur gauche	21 (48)	23 (52)	44 (61)
Fémur droit	15 (54)	13 (46)	28 (39)
Total	36 (50)	36 (50)	72 (100)

- Les veaux mâles et femelles ont respectivement 50 % des cas de fractures fémorales, bien qu'en général, les veaux mâles naissent plus gros que les femelles, cette distribution est fréquemment rencontrée [6, 7, 8, 9, 24, 28]. On note qu'une femelle et un mâle présentaient des fractures fémorales bilatérales. Ni le sexe, ni le poids de naissance ne semblent être des facteurs favorisant les fractures fémorales. Toutefois, FERGUSON pose l'hypothèse que la taille à la naissance en soit un.

On assiste donc le plus souvent à des fractures du fémur gauche chez des animaux culards aussi bien mâles que femelles

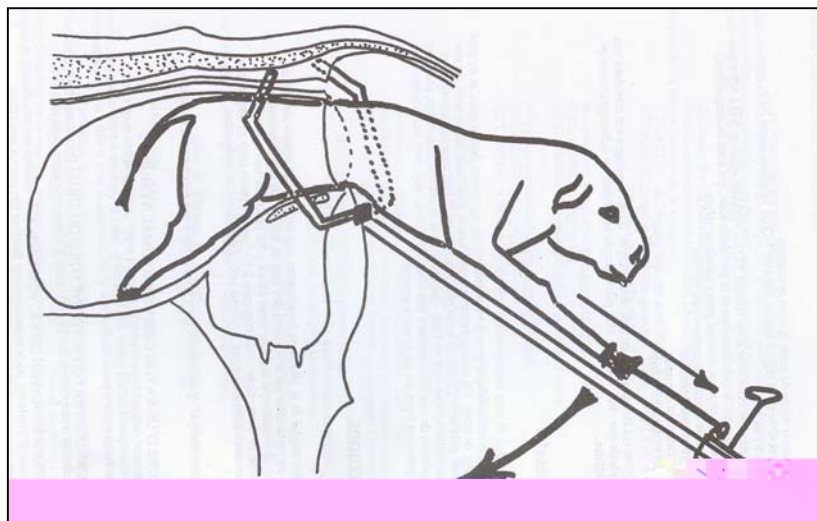
1.1.2. Les facteurs déclenchants

Il convient de distinguer deux facteurs déclenchant les fractures du fémur chez les jeunes bovins. En effet, les fractures se produisent essentiellement [1, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 28, 29, 30, 32, 34, 35, 37, 39]:

- Au vêlage par des **extractions forcées exagérées ou mal conduites**. Aussi bien en présentation antérieure que postérieure, les grassets du veau peuvent « accrocher » le bassin de la mère : des tractions inconsidérées, hors du plan sagittal de la mère, ou des inclinaisons données trop tôt à la vêreuse

entraînent des arrachements du nerf fémoral ou des articulations intervertébrales mais aussi des fractures du fémur. En effet, toute extraction forcée doit être précédée d'une bonne évaluation du rapport entre les dimensions du fœtus et les dimensions du bassin de la future mère. Une brève traction sur les membres antérieurs doit amener à un « décrochage » nettement appréciable lors du passage par les coudes du rebord antérieur de la filière pelvienne (pubis). La traction sur l'un des coudes ne doit pas empêcher le second de pouvoir effectuer le même mouvement, et la tête doit alors se situer dans l'alignement des membres. Lorsque le fœtus est en présentation postérieure, c'est le positionnement de la queue par rapport aux masses musculaires postérieures qui donne une idée du volume du fœtus, ainsi que la distance des rotules du veau par rapport à l'entrée du bassin de la mère. L'extraction forcée menée en respectant les éléments de son diagnostic, conduit rarement à des accidents (figure 1).

Figure 1 : Extraction d'un veau en présentation antérieure à l'aide d'une vèleuse. Noter le mouvement d'inclinaison vers le bas à donner pour extraire le veau. Ce mouvement ne doit pas être donné trop tôt (schéma d'après DELAGARDE) [18].



Toutefois dans mon expérience personnelle, un veau culard en présentation antérieure (souvent femelle d'ailleurs) a pu parfois être engagé dans la filière pelvienne à la main, l'achèvement à la vèleuse de l'extraction se révélant quelque fois source de problème. Un recueil des commémoratifs, l'aspect des veaux nés jusqu'à présent, la race du taureau et de la parturiente fournissent également des indications précieuses. En cas de doute, la césarienne (voire l'embryotomie lors du décès constaté du fœtus) sont les meilleures alternatives. Par ailleurs l'utilisateur d'une vèleuse devra être conscient de la force considérable de certaines d'entre elles (plus de 500 kg de traction). Notons également qu'une extraction forcée à l'aide d'un palan peut conduire à une fracture fémorale, lorsque le point d'attache de ce dernier est situé trop bas par rapport à la filière pelvienne de la mère et que le veau est particulièrement volumineux.

- En dehors du vêlage lors de **bousculades ou de piétinements** par des congénères. Dans le cas de stabulations libres, lorsque le nombre de bêtes est trop élevé par rapport à la surface, les veaux peuvent se faire piétiner par les adultes alors qu'il sont couchés. Certains bâtiments présentent un sol glissant, ou des barrières dont les barreaux espacés sont des portes à faux redoutables où un veau peut passer la patte et être victime d'une fracture.

Il existe donc deux facteurs déclenchant essentiels : une extraction forcée mal conduite ou un traumatisme post-partum.

Chez le poulain, les fractures du fémur sont essentiellement liées à un traumatisme post partum. Dans une étude rétrospective intéressant 38 cas, Hance n'évoque que des fractures fémorales d'origine accidentelle sur des poulains âgés de un mois à un an [26].

1.2. *Description, classification et biomécanique des fractures fémorales*

1.2.1. Anatomie de la région fémorale

Il paraît intéressant de rappeler certains éléments anatomiques propres à la région fémorale des Bovins.

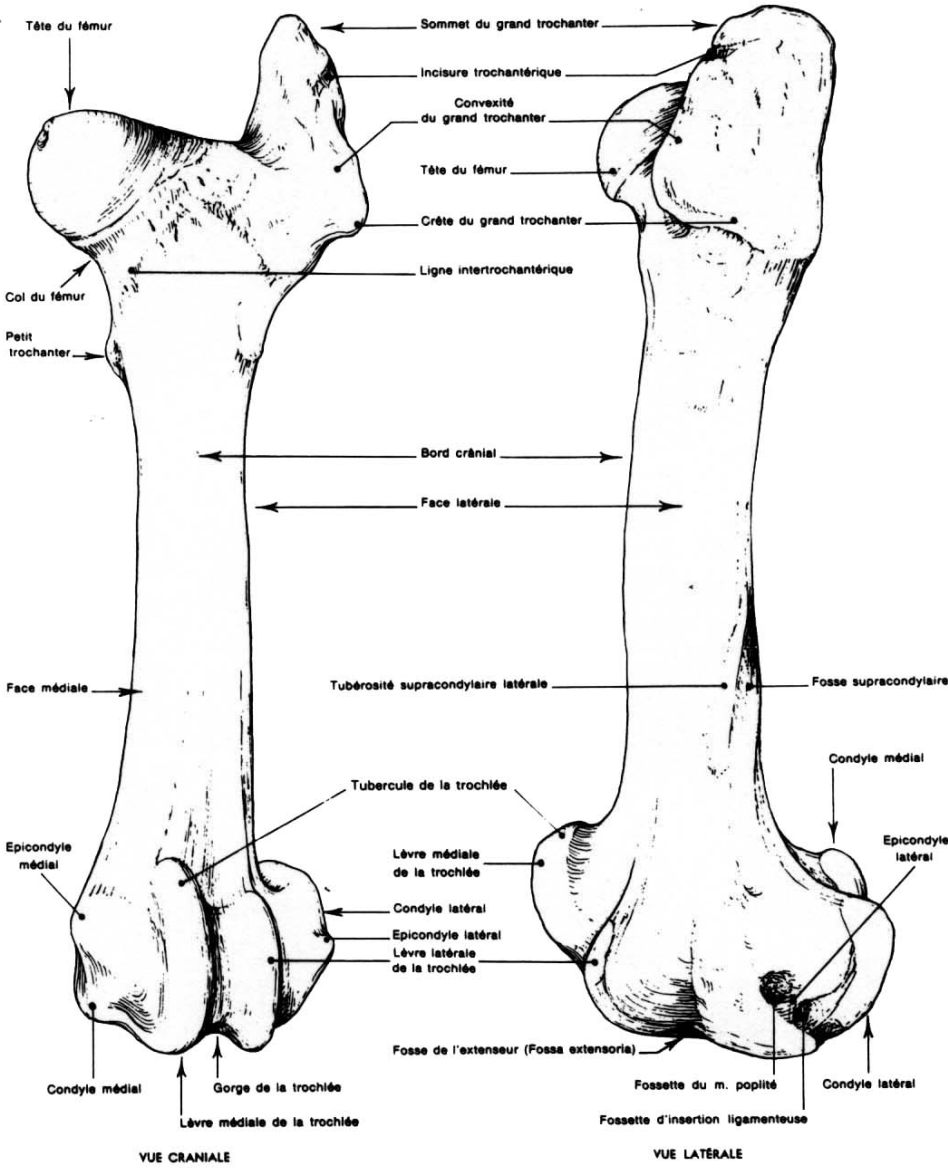
1.2.1.1. Eléments d'ostéologie

Le fémur des Bovins ressemble à une massue. La diaphyse est rectiligne, étroite au milieu, et s'élargit en entonnoir dans sa partie épiphysaire. Chez le jeune, sa corticale est extrêmement mince à ce niveau. L'épiphyse distale a un développement disproportionné par rapport au reste de l'os ; elle est énorme, globuleuse, et fait un angle de 90° avec l'axe longitudinal de la diaphyse [7, 8, 9] (Figures 2, 3).

Figure 2 : Aspect du fémur d'un veau nouveau-né. Noter la forme en massue. La coupe en bas à droite montre la minceur de la corticale en région métaphysaire (clichés du Dr. BELLON).



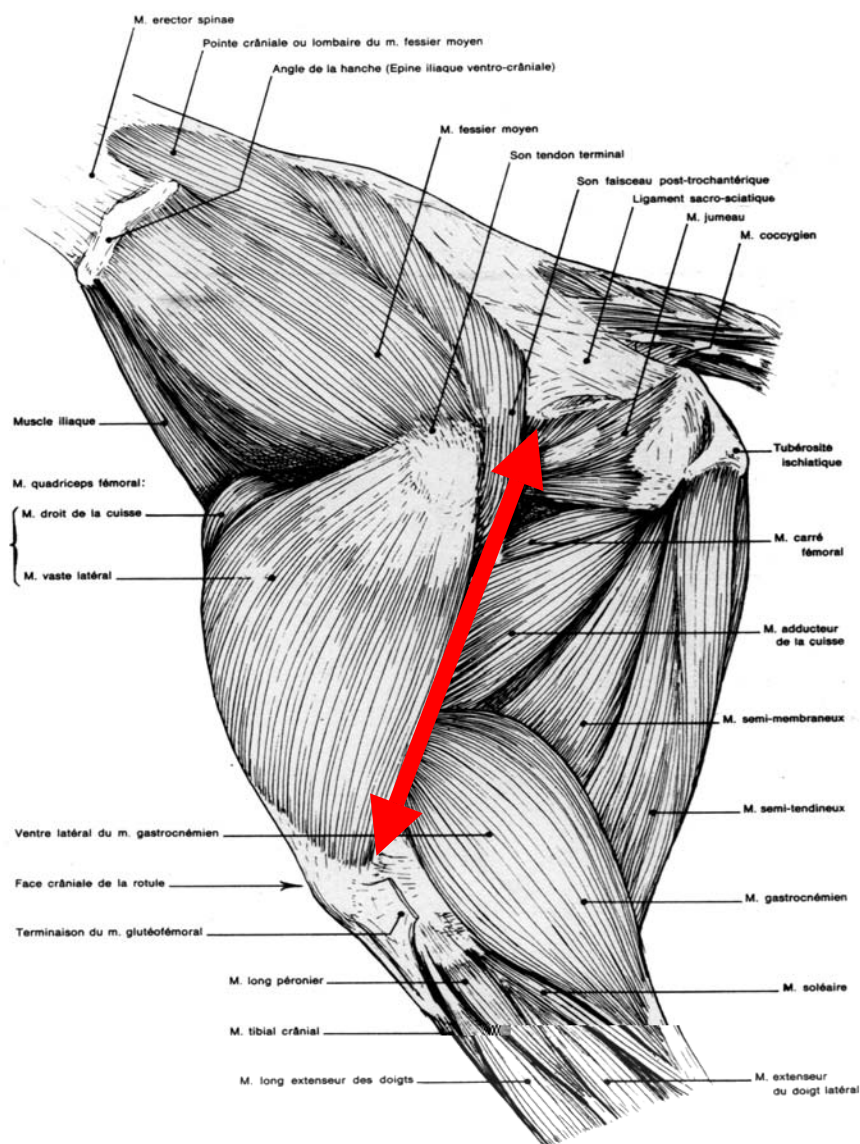
Figure 3 : Ostéologie du fémur gauche du bœuf d'après Barone [4].



1.2.1.2. Éléments de myologie

L'aspect des différents plans musculaires rencontrés à la dissection est présenté sur les figures 4 à 6.

Figure 4 : Myologie du membre pelvien chez les Bovins d'après Barone [5]. La flèche indique la zone d'incision pour l'abord latéral du fémur.



Ces muscles se caractérisent par leur grande épaisseur. Notez la zone d'insertion et la topographie des muscles glutéobiceps et vaste latéral qui seront réclinés lors de l'abord chirurgical latéral du fémur. Un plan de clivage est facilement trouvé au niveau du septum qui sépare le muscle glutéobiceps en arrière et le vaste latéral en avant. Le grand trochanter et le ligament patellaire servent de repères extérieurs dans l'abord latéral du fémur [9].

Figure 5 : Myologie du membre pelvien chez les Bovins d'après Barone [5]. La flèche indique la zone d'incision pour l'abord latéral du fémur.

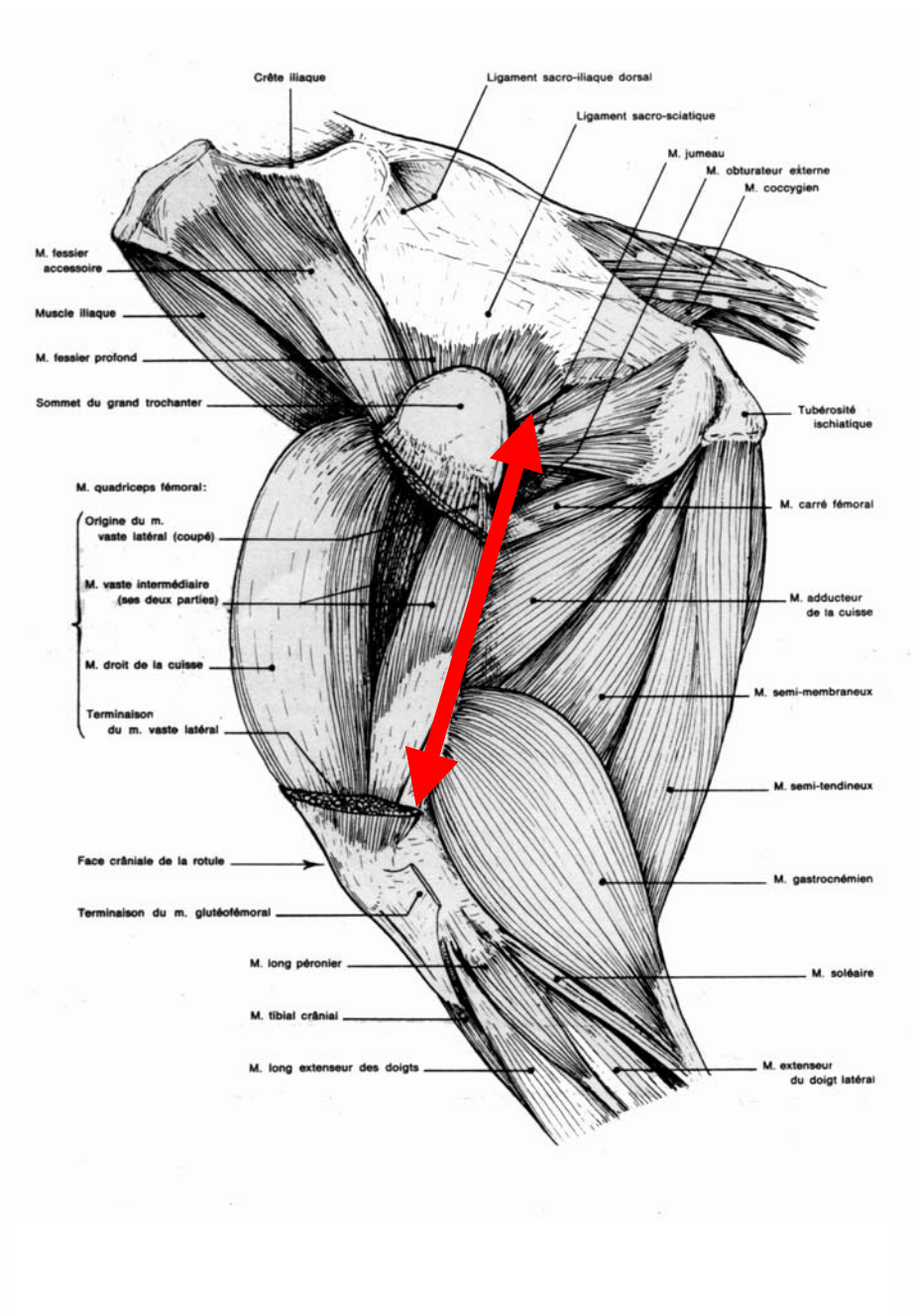
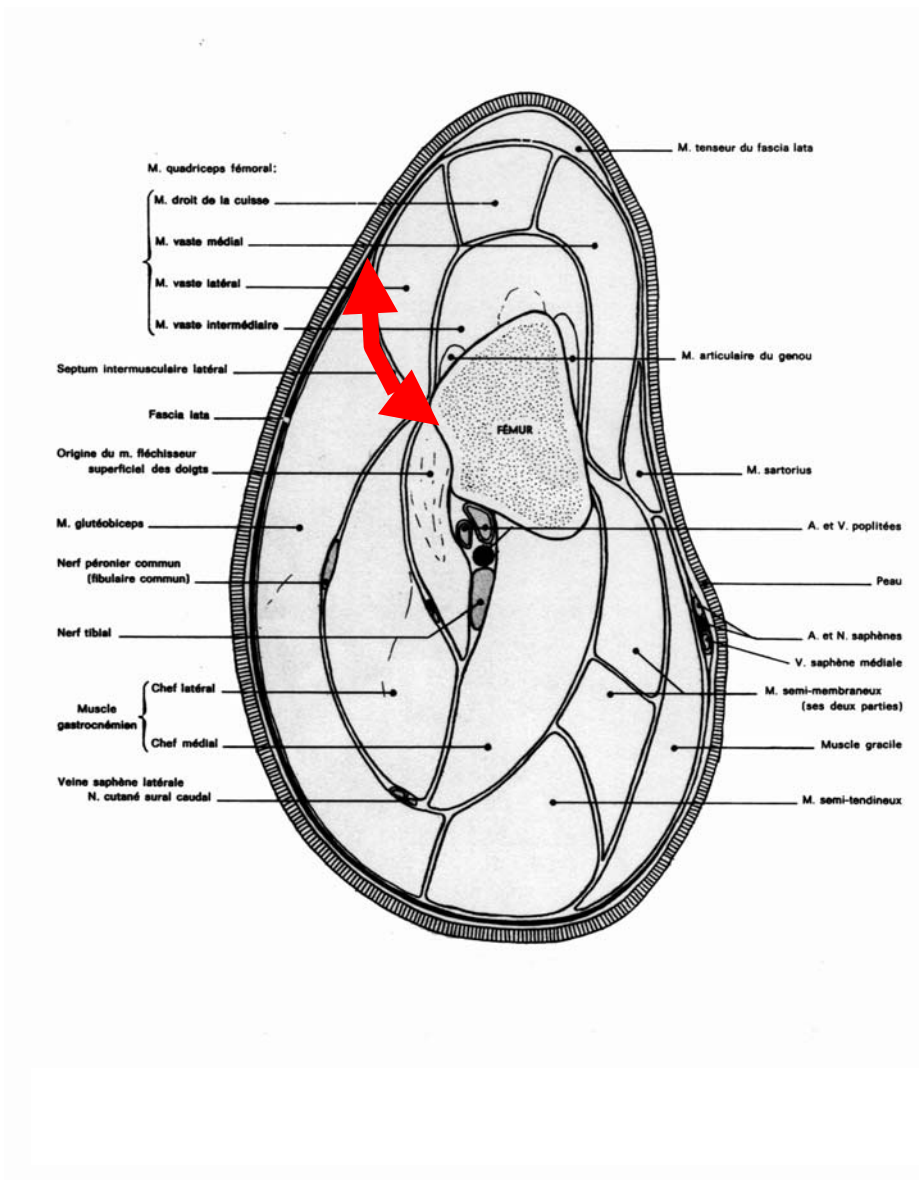


Figure 6 : Myologie du membre pelvien chez les Bovins d'après Barone [5] (coupe transversale à mi cuisse). La flèche indique la zone d'incision pour l'abord latéral du fémur.



1.2.2. Localisation des fractures fémorales

Selon FERGUSON [24], la répartition des fractures fémorales est la suivante (Tableau 3 et Figure 7) :

- 26 cas sur 77 soit 33 % intéressent l'épiphyse fémorale proximale ou le col.
- 1 cas sur 77 soit 1 % intéresse la diaphyse fémorale en région proximale.
- 14 cas sur 77 soit 18 % sont diaphysaires.
- 23 cas sur 77 soit 30 % et 1 cas sur 77 soit 1 % se situent respectivement en région diaphysaire distale et épiphysaire.

Tableau 3 : Localisation des 77 fractures du fémur chez le veau nouveau né d'après J. Ferguson [24].

Localisation de la fracture	Effectif
Fractures du col ou de l'épiphyse fémorale proximale	26
Fracture diaphysaire proximale	1
Fractures en milieu de diaphyse	14
Fractures diaphysaires distales	23
Fracture condyloaire ou épiphysaire distale	1
Fractures de localisation inconnue	12
Total	77

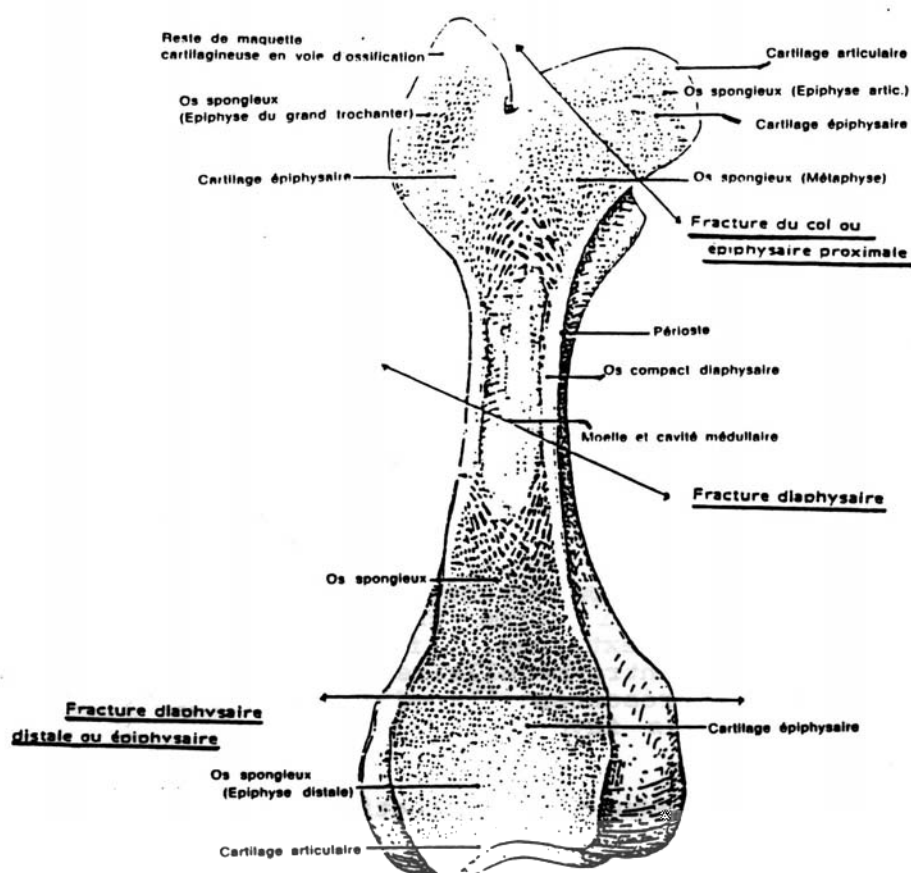
Dans l'échantillon utilisé par FERGUSON, les localisations des 17 % restants sont inconnues.

Le moment d'apparition et le type de fracture dépendent de l'âge et de la race de l'animal. Dans les races allaitantes, la majorité des fractures se produisant à la naissance, concernent la diaphyse distale. On observe quelques rares cas de fractures de la tête fémorale au niveau de son cartilage de croissance [27] et des luxations coxo-fémorales [40]. Les fractures se produisant en dehors du vêlage, suite à des glissades..., sont moins fréquentes et intéressent particulièrement le col et la tête fémorale. Dans les races laitières, les fractures fémorales s'observent surtout après la naissance par glissades ou bousculades. Elles concernent essentiellement la tête et le col fémoral. Ainsi à la naissance, il s'agit presque toujours de fractures diaphysaires distales, localisées à la jonction de la diaphyse et de la métaphyse. Ultérieurement et quel que soit l'âge, on a le plus souvent affaire à des fractures du col et de la tête fémorale [6, 7, 8, 9, 27, 40].

Selon BAUDOUX et MILITON [6], les fractures fémorales d'origine obstétricale apparaissent le plus souvent lors de vêlage dystocique en présentation antérieure.

Nous verrons par la suite que les fractures se produisant au vêlage sont beaucoup plus souvent associées à une autre pathologie que celles se produisant post partum. Dans la suite de notre étude, nous nous intéresserons aux fractures fémorales diaphysaires, diaphysaires distales, métaphysaires et épiphysaires. Les fractures du col et de la tête fémorale ne seront pas envisagées.

Figure 7 : Localisation des fractures fémorales chez le veau et structure d'un fémur d'un veau âgé de deux mois d'après Baudoux et Milton [6].



On retrouve dans une étude rétrospective de HANCE [26], la même localisation prédominante pour les fractures fémorales du poulain : la diaphyse surtout et l'épiphyse. Les fractures épiphysaires sont cependant plus fréquentes chez le poulain que chez le veau. Elles sont aussi bien chez le veau que chez le poulain majoritairement de type Salter et Harris II lorsqu'elles sont présentes (voir chapitre 1.2.4.).

1.2.3. Biomécanique

1.2.3.1. Eléments de biomécanique du membre sain

Pour simplifier, les différents muscles composant et intervenant dans la mobilisation du grasset peuvent être séparés en quatre groupes [6] :

- Les muscles craniaux de la cuisse (le quadriceps fémoral, le tenseur du fascia lata) assurent surtout une extension du grasset. Leurs aponévroses s'insèrent sur la rotule et forment les ligaments rotuliens.

- Les muscles caudaux de la cuisse qui se divisent en deux groupes :
 - Les muscles ischio-fémoro-tibiaux (semi-membraneux) qui s'insèrent distalement sur la face médiale des condyles et le plateau tibial,
 - Les muscles ischio-tibiaux dont le biceps fémoral qui s'insère sur la face latérale de la crête tibiale et le semi-tendineux qui s'insère médialement sur le tibia.

Ces muscles caudaux assurent l'extension du membre vers l'arrière et dans une moindre mesure la flexion du tibia sur le fémur. Ils seront appelés muscles ischio-fémoro-tibiaux.

➤ Les muscles pelviens :

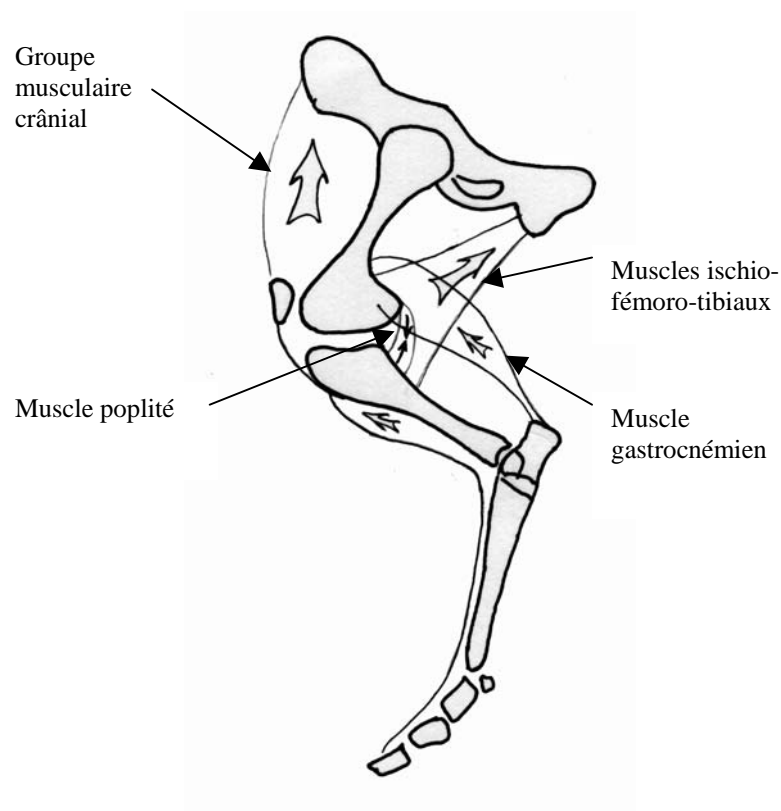
Ils sont principalement adducteurs et rotateurs externes du membre (grand adducteur, obturateurs interne et externe, carré fémoral, jumeaux, gracile et pectinés).

➤ Les muscles fessiers :

Ils sont principalement abducteurs et rotateurs internes du membre (fessier moyen, profond et accessoire).

Les muscles pelviens et fessiers assurent principalement les mouvements d'abduction et d'adduction de la cuisse. Par ailleurs, il apparaît important de décrire les gastrocnémiens qui sont insérés au dessus des condyles et sur le calcanéum. Ils jouent un grand rôle à l'appui sur le sol empêchant l'affaissement sur le jarret (Figure 8).

Figure 8 : Eléments de biomécanique du membre sain du Bovin d'après Baudoux et Militon [6].



1.2.3.2. Biomécanique des fractures fémorales diaphysaires distales

Après la fracture, le mouvement majeur enregistré est la remontée de l'épiphyse dans le plan sagittal entraînant les condyles caudaux fémoraux caudalement et proximale par rapport à l'articulation fémoro-tibiale. On note une translation caudale et proximale, l'angulation des abouts osseux est importante. La suppression de l'appui annihile l'effet du muscle gastrocnémien au niveau du foyer fracturaire [6].

Les forces exercées sur le foyer de fracture sont importantes. En effet, la partie inférieure du membre, perpendiculaire à l'axe principal de la diaphyse est un véritable bras de levier qui décuple les forces. La fracture étant en général basse, entre deux parties osseuses de forme et de direction opposées, la réduction en est difficile [7, 8, 9].

De plus l'about fracturaire proximal, très pointu, est généralement implanté dans le corps du muscle quadriceps fémoral. Ce sont les muscles ischio-fémoro-tibiaux (semi-tendineux, semi-membraneux, biceps fémoral), ayant une partie de leurs insertions caudales sur l'épiphyse distale du fémur qui provoquent le mouvement de l'about fracturaire distal (Figure 9) [6]. Ce déplacement est aisément repérable à la radiographie (Figures 10 et 11).

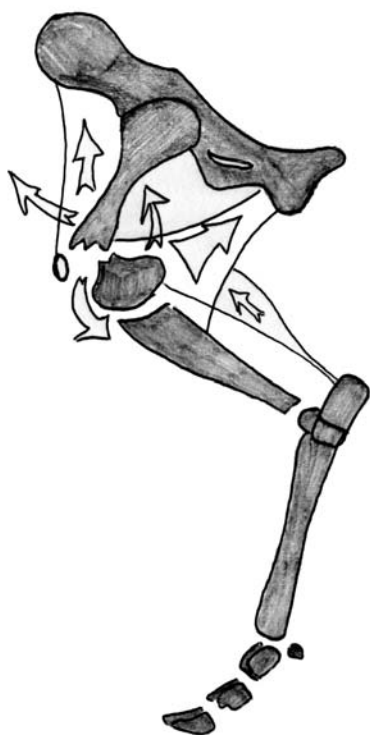


Figure 9 : Eléments de biomécanique du membre du Bovin après une fracture distale du fémur d'après Baudoux et Militon [6] : noter la remontée de l'épiphyse caudalement au foyer de fracture ainsi que le déplacement de l'about fracturaire proximal.

Figure 10 : Aspect radiologique d'une fracture diaphysaire distale chez le veau nouveau-né d'après Bellon [9].



Figure 11 : Fracture (ancienne) fémorale diaphysaire distale d'origine obstétricale chez un veau de 15 jours (photographie personnelle ; membre postérieur gauche).

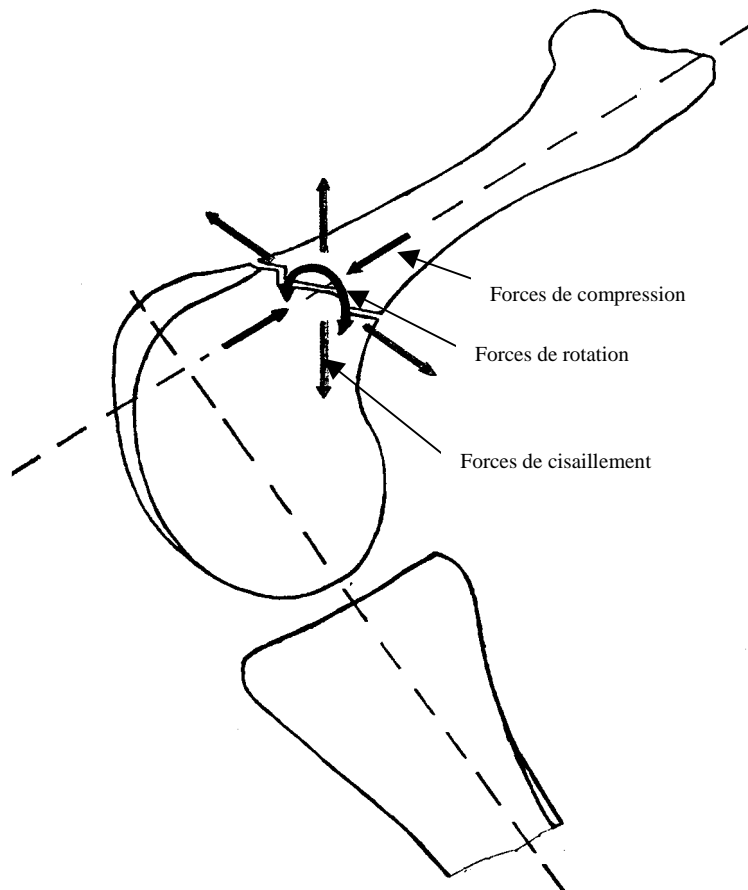


1.2.3.3. Biomécanique des fractures diaphysaires distales du fémur après réduction et stabilisation

La réduction et la stabilisation des fractures fémorales distales se heurtent à des contraintes biomécaniques majeures. Les forces de compression et surtout de rotation sont les plus importantes. Les forces de cisaillement sont plus faciles à contenir [7, 8, 9] (Figure 12). Il en résulte que la stabilisation des fractures fémorales distales se complique soit par une rupture du montage, le cortex osseux cédant sous la contrainte des forces de rotation et de cisaillement (l'about osseux distal reprend alors la position qu'il avait avant la réduction), soit par un télescopage de l'about proximal par l'about distal du fait des forces de compression.

En cas de stabilisation par des moyens de contention interne : enclouage, plaque vissée..., il est illusoire d'employer un matériel trop rigide ou trop solidement fixé, imposant des contraintes auxquelles le tissu osseux est incapable de résister. Il ne faut pas essayer de lutter contre les forces exercées mais au contraire, il convient de les amortir, de les absorber, voire de s'en servir [7].

Figure 12 : Forces exercées sur le foyer de fracture après réduction d'après Bellon [8].

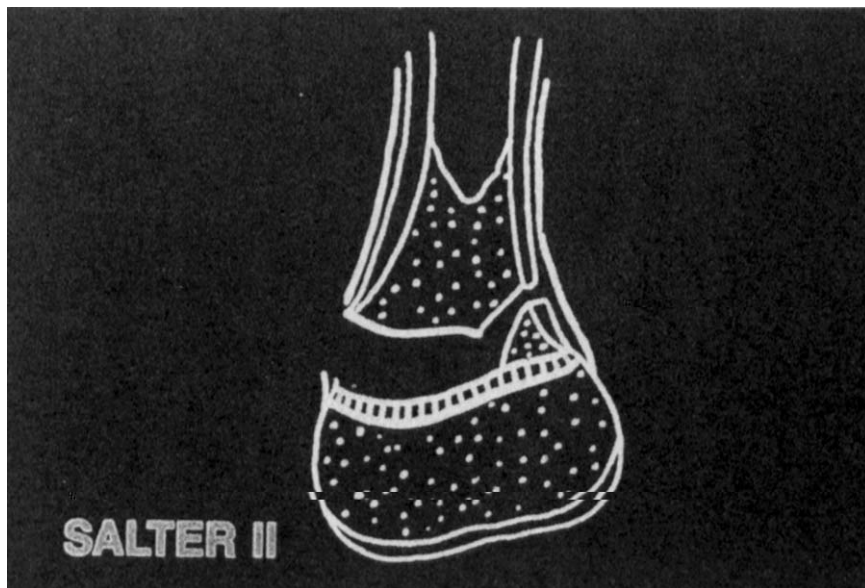


1.2.4. Les types de fractures

Selon Bellon [9], le type de fracture fémorale découle directement de l'anatomie du fémur. Chez le nouveau-né, 90% des fractures sont transverses au niveau de la région métaphysaire distale. Chez le veau plus âgé, elles sont spiroïdes ou comminutives au niveau de la diaphyse. Les fractures métaphysaires distales ne concernent que très rarement le cartilage de conjugaison. Si tel est le cas, elles sont de type Salter II [7]. On rencontre également des fractures de type Salter I [6].

Dans une fracture Salter et Harris de type II, la ligne de fracture court partiellement dans le cartilage de conjugaison et partiellement dans la métaphyse (Figure 14). C'est le type le plus souvent rencontré. Ici aussi les cellules souches ne sont pas lésées et le pronostic est bon si la réduction est effective [13]. Chez le jeune Bovin, la réduction des fractures fémorales est difficile. La contention de ces fractures l'est aussi. Des fractures de type Salter sont donc de moins bon pronostic que des fractures métaphysaires ou diaphysaires, toutefois elles sont rares. Par la suite, on ne s'intéressera plus aux fractures de type Salter.

Figure 14 : Représentation schématique d'une fracture Salter et Harris de type II [20].



Pour d'autres auteurs [21, 24, 28, 29], les fractures fémorales distales sont le plus souvent obliques courtes ou longues, transverses ou spiroïdes, le type oblique court étant le plus souvent rencontré. On trouve parfois des fractures multiesquilleuses.

Une fracture est transverse lorsque le trait de fracture est perpendiculaire à l'axe de l'os. Elle est oblique lorsque le trait de fracture est oblique par rapport à l'axe longitudinal de l'os. En l'absence d'immobilisation, les fragments tendent à glisser l'un sur l'autre en raison des contractions musculaires. En cas de fracture spiroïde, le

trait de fracture est courbe, les bouts osseux ont tendance à glisser l'un sur l'autre ou à subir une rotation en l'absence d'immobilisation. Une fracture est dite comminutive lorsque plusieurs traits de fracture font apparaître plusieurs fragments ou esquilles. Enfin, quand l'os est divisé en trois fragments, ou plus, par des traits de fractures non convergents, la fracture est dite multiple ou esquilleuse [12].

Il faut noter que les fractures du fémur sont toujours fermées, quel que soit leur type, et quel que soit leur localisation. Les fractures du fémur ne sont donc pas une urgence. Un délai d'intervention de 48 à 72 heures semble satisfaisant.

Les fractures fémorales épiphysaires ou diaphysaires distales sont soit incomplètes (sous-périostées) soit le plus souvent complètes [6].

Rappelons qu'une fracture complète met en jeu une division complète de l'os accompagnée généralement d'un déplacement important des fragments.

Chez le poulain, les fractures fémorales diaphysaires sont le plus souvent comminutives. Les fractures épiphysaires sont le plus souvent de type Salter et Harris II. Parfois les bouts fracturaires des fractures épiphysaires sont peu déplacés et la fracture peut alors être traitée par immobilisation du patient [26]. Les fractures fémorales du poulain sont parfois ouvertes.

1.3. Diagnostic

1.3.1. Diagnostic clinique

Les symptômes observés sont les suivants :

- Une boiterie avec suppression d'appui en début d'évolution,
- Une mobilité anormale des rayons osseux concernés,
- Une douleur lors de la mobilisation du grasset,
- Une déformation du genou.

Lors de fracture complète, on rencontre au niveau du grasset un important œdème avec des crépitations neigeuses à la manipulation de cette région [6, 33]. Un hématome est parfois palpable, et la rétraction des muscles de la cuisse, entraînant un raccourcissement du membre est tout à fait caractéristique lors de l'évolution de l'affection.

En raison de ce tableau, le diagnostic clinique des fractures fémorales est aisé à l'inspection, la palpation et la mobilisation [40]. Toutefois, la localisation exacte de la fracture (diaphysaire, métaphysaire, épiphysaire) n'est que rarement possible cliniquement, tout comme le diagnostic du type de fracture. En conséquence, un examen radiologique du membre fracturé s'impose.

1.3.2. Diagnostic radiologique

Les critères cliniques suffisent au diagnostic de la fracture fémorale. Un diagnostic radiologique permet la confirmation du diagnostic clinique et la localisation de la fracture, ce que ne permet pas le diagnostic clinique seul (Figures 10 et 11) [6, 7, 8, 9, 16, 32]. On utilisera des clichés radiologiques sous au moins une incidence pour décrire la fracture. Ni le diagnostic clinique ni le diagnostic radiologique de la fracture ne permettent de proposer un pronostic fiable. Les dommages occasionnés par les fragments fracturaires dans les tissus avoisinants déterminent la gravité de cette dernière. L'état du périoste est lié au pronostic de la fracture. Cependant celui-ci est difficilement évaluable sur les clichés radiologiques.

Un cliché de profil est facile à réaliser et devra être préféré à un cliché de face. Dans tous les cas, il faut deux manipulateurs pour travailler confortablement. L'appareil radiographique doit être de bonne qualité et suffisamment puissant pour pouvoir générer des rayons X suffisamment pénétrants pour pouvoir traverser des masses musculaires d'autant plus épaisses que le membre fracturé est raccourci, ramassé et épaissi (les appareils de radiographie portables sont pour la plupart de puissance tout juste suffisante ; on essaiera d'emblée le réglage des kV au maximum). Le veau est placé de profil sur la table, le film est sous la cuisse en regard de celle-ci. Si

l'épaisseur de la cuisse dépasse 10 cm, il est conseillé de placer une grille entre le film et la cuisse de l'animal.

Pour déplacer le veau on peut utiliser un système de palan glissant sur un rail situé en hauteur, muni d'un crochet que l'on attache à des lacs de vêlage liés aux trois membres sains du veau. Une table radiographique sur roulettes, ainsi que des repères de positionnement au sol peuvent être d'un secours intéressant.

Un cliché de face peut être obtenu en plaçant le veau sur le dos et en ramenant le membre fracturé sur le ventre. Cette manipulation est douloureuse et on prendra garde aux réactions de défense de l'animal.

L'examen radiologique est assez coûteux et les veaux de par leur poids sont difficiles à manipuler. On essaiera de limiter le nombre de clichés.

1.4. Pronostic

Le pronostic de ces fractures doit toujours être réservé [6, 8]. Néanmoins, il diffère en fonction de la race et donc surtout du poids de l'animal, de l'importance des dégâts tissulaires causés par les fragments osseux et enfin par le type de fracture.

Avant d'entreprendre tout traitement, l'évaluation des lésions associées à la fracture fémorale est essentielle d'autant que celles-ci sont fréquentes, en particulier à la naissance :

- arête-bouleture des membres antérieurs ;
- élongation du nerf fémoral sur le membre postérieur opposé ;
- élongation vertébrale ;
- écrasement d'organes abdominaux ;
- état de choc, diarrhée, infection ombilicale [9].

Il est donc nécessaire d'effectuer un examen clinique approfondi de l'animal avant d'entreprendre tout traitement, en particulier, l'animal doit pouvoir se tenir sur ses quatre membres avant toute intervention.

Par ailleurs la fonction cardio-vasculaire de l'animal sera particulièrement bien évaluée car l'anoxie post-partum est cause fréquente d'échec anesthésique [31, 32].

Quant aux lésions des tissus environnant la fracture, elles sont particulièrement difficiles à évaluer : hémorragie, périoste endommagé [23, 24]. Pour autant elles déterminent de manière importante le pronostic : le périoste joue en effet un rôle essentiel dans la cicatrisation des fractures du jeune [3, 23, 24, 36].

Il est recommandé que la réduction survienne dans les quarante huit heures après le traumatisme, d'autant que la fracture s'est produite dans une période proche du part [6, 7, 8, 9]. En effet, la réduction nécessite une anesthésie générale qu'un veau nouveau-né a du mal à supporter dans les heures qui suivent le vêlage.

1.5. Cicatrisation

Le traitement des fractures du fémur chez le veau par enclouage centro-médullaire conduit à une cicatrisation osseuse par cal appelée aussi par seconde intention, c'est à dire de type physiologique [31] (figures 15 à 18) .

C'est une cicatrisation osseuse par cal qui se décompose en trois phases de durée inégale. Ces dernières sont en partie superposées dans le temps. Elles comprennent une phase inflammatoire (10% du temps), une phase de réparation (40%), et une phase de remodelage (70%).

➤ Phase inflammatoire (figure 15)

La phase inflammatoire est une phase aiguë, brève qui intervient dès la fracture. Un hématome fracturaire est constitué dans le foyer de fracture consécutivement à la rupture des vaisseaux médullaires, du périoste, et des tissus mous avoisinants

(muscles). Il s'accompagne à distance du foyer de fracture de la thrombose des canaux de Havers et de Volkmann qui conduit à une nécrose ischémique des abouts fracturaires. L'accumulation des produits de la nécrose tissulaire induit une réponse inflammatoire aiguë dont les manifestations classiques sont : vasodilatation, œdème et afflux de polynucléaires et macrophages.

Le rôle mécanique de l'hématome est négligeable dans le maintien de la stabilité du foyer de fracture mais il sert de trame fibreuse aux éléments vasculaires et cellulaires de la réparation osseuse.

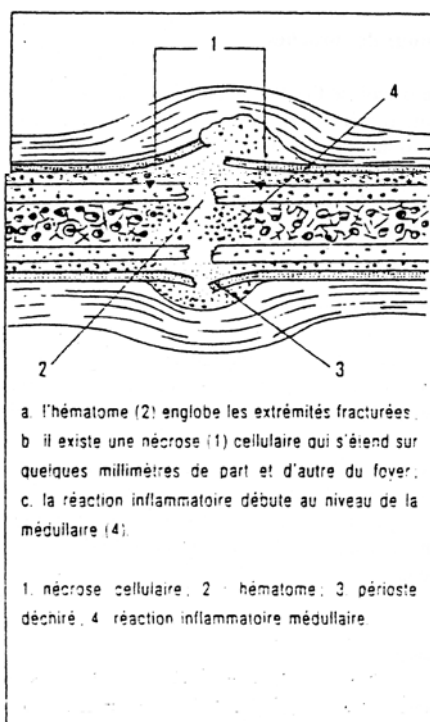


Figure 15 : Aspect du foyer de fracture quelques heures après l'accident [34].

➤ Phase de réparation (figure 16)

Cette phase fait suite à la phase inflammatoire.

L'hématome est remplacé par un tissu de granulation dont les caractéristiques mécaniques sont intéressantes à ce stade de la cicatrisation où l'instabilité est maximale. Ce nouveau tissu tolère en effet un allongement égal à deux fois sa longueur. Sa rigidité est en revanche très faible. Le tissu de granulation contient des cellules participant à la cicatrisation osseuse de nature mésenchymateuse. Leur

origine exacte n'est pas encore connue avec certitude. Elles proviendraient du sang, du cambium très actif chez le veau et de l'endoste. Ces cellules pénètrent dans le foyer de cicatrisation osseuse par le biais des capillaires qui l'envahissent. Ils constituent une néovascularisation du foyer à partir des artères périostées très nombreuses chez le veau, des artères médullaires et de nouveaux vaisseaux, transitoires en provenance des tissus mous. Le respect de la vascularisation résiduelle et la reconstruction du périoste sont des éléments importants pour la cicatrisation.

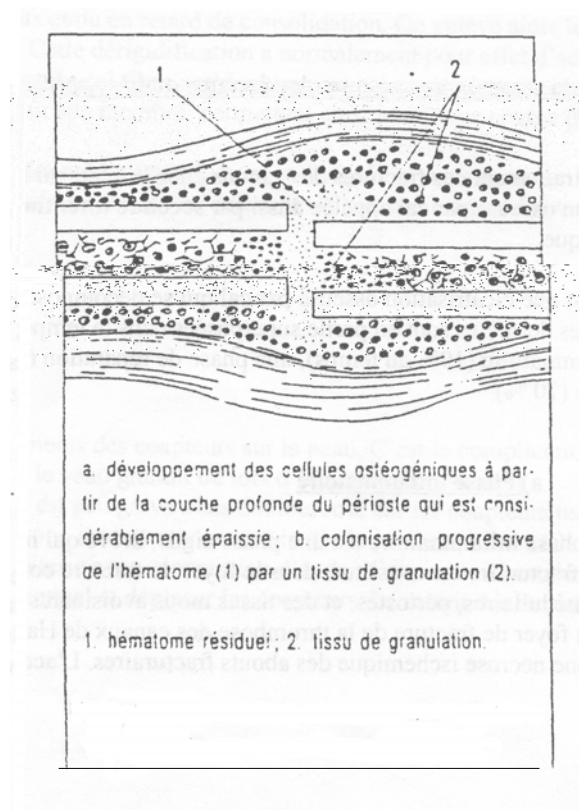


Figure 16 : Aspect du foyer de fracture une semaine après l'accident [34].

La maturation du tissu de granulation conduit à la transformation de celui-ci en tissu conjonctif riche en fibres de collagène. Ce tissu, appelé encore cal conjonctif ou cal fibreux a une rigidité supérieure à celle du tissu qu'il remplace.

Le tissu de granulation est ensuite remplacé par un tissu cartilagineux ou cal fibrocartilagineux. La pression partielle en oxygène reste faible, les cellules mésenchymateuses se différencient en chondroblastes, moins exigeants en oxygène que les ostéoblastes, qui sécrètent du collagène et la matrice protéique d'un cartilage. Ce dernier subit une minéralisation qui le transforme en tissu osseux

primitif. Le cartilage calcifié est colonisé par des nouveaux vaisseaux, puis résorbé par des ostéoclastes. C'est le principe de l'ossification enchondrale.

Le tissu osseux formé est immature, non lamellaire, l'orientation des fibres de collagène y est anarchique. Cette structure désorganisée explique la fragilité du cal osseux à ce stade. Le tissu osseux est obtenu après la phase de remodelage.

➤ La phase de remodelage (figures 17 et 18)

Elle se met en place avant la fin de la phase de réparation et constitue l'étape la plus longue de la cicatrisation osseuse. Pouvant durer plusieurs mois à plusieurs années, elle aboutit à la formation d'un os lamellaire, dont les caractéristiques biomécaniques et histologiques sont proches de celles de l'os initial. L'os lamellaire se met en place lorsque le foyer de fracture est stable, ne tolérant qu'une élévation de 2% et une angulation des bouts osseux inférieure à 0,5%. Conformément à la loi de Wolff, les régions du cal qui ne sont pas sollicitées mécaniquement sont résorbées par ostéoclasie, tandis que celles sollicitées sont renforcées par apposition d'os lamellaire.

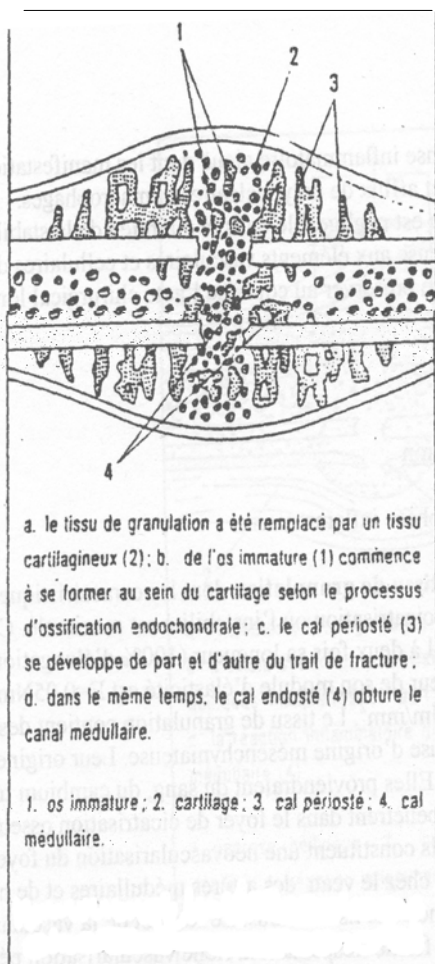


Figure 17 : Aspect du foyer de fracture trois à quatre semaines après l'accident [34].

Ce remaniement, qui fait intervenir les cellules du remodelage osseux (ostéoclastes, ostéoblastes) serait sous la dépendance de phénomènes piézo-électriques : les parties convexes du cal seraient ainsi chargées positivement et subiraient une résorption par stimulation de l'ostéoclasie, tandis que les parties concaves seraient chargées négativement et subiraient une ostéogénèse. Le remodelage aboutit à terme à la formation d'une nouvelle corticale et au creusement d'une nouvelle cavité médullaire.

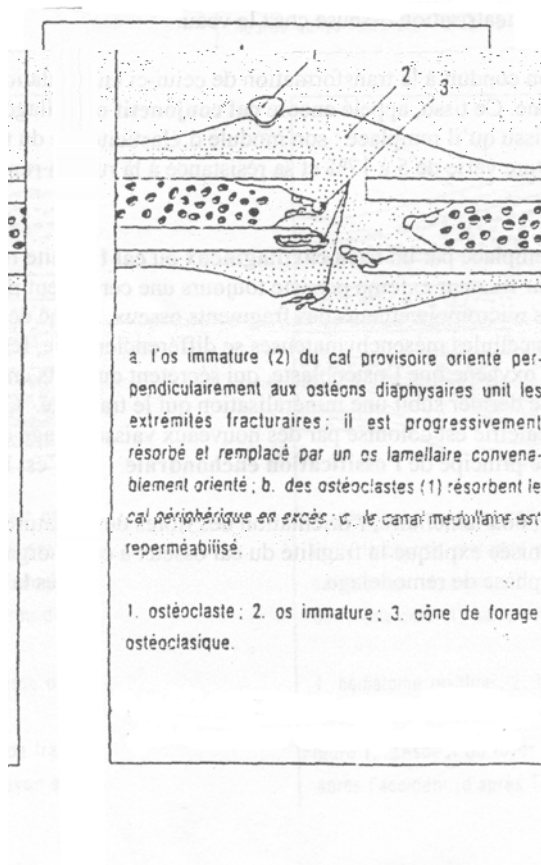


Figure 18 : Aspect du foyer de fracture plusieurs mois après le traumatisme [34].

➤ Différents types de cal osseux (tableau 4)

La cicatrisation par seconde intention conduit à la mise en place de trois cal osseux de caractéristiques différentes :

- Un cal médullaire, situé uniquement dans la cavité médullaire et vascularisé par l'artère médullaire.

- Un cal périosté, situé sur les faces externes des corticales, et vascularisé par le réseau extra-osseux. Il est de loin le plus prolifique chez le veau et assure la stabilisation rapide du foyer de fracture. Sa formation est d'autant plus volumineuse que l'instabilité est grande ou la réduction mauvaise car il stabilise l'espace inter-fragmentaire.
- Un cal cortical, situé dans l'espace inter fragmentaire entre les deux corticales. Il est élaboré lentement quand la mobilité inter fragmentaire est nulle.

Tableau 4 : Propriétés mécaniques des cals [2, 31]

CALS	VALEUR MECANIQUE	VITESSE DE FORMATION	CAPACITE A COMBLER L'ESPACE	TOLERANCE AUX MOUVEMENTS	NECESSITE DE STABILITE
PERIOSTE	+++	+++	+++	+++	++
ENDOSTE	++	++	++	++	+++
CORTICAL	+	+	0	0	++++

Les propriétés de la technique d'enclouage centro-médullaire par broche à effet expansif sont particulièrement intéressantes dans l'édification du cal périosté car si cette technique assure une fixation stable du foyer de fracture, elle permet localement des micro-mouvements qui stimulent l'activité vasculaire du périoste. Lors d'enclouage de ce type, c'est ce type de cal qui prédomine, tant par son volume que par son rôle. Il s'agit d'une ostéosynthèse biologique semi-rigide.

Enfin, il est à noter que la vitesse de cicatrisation dépend de plusieurs facteurs :

- Des détériorations tissulaires (périoste, nerf, vaisseaux, muscles) occasionnées lors de la fracture ou pendant l'opération [28];

- De la mobilité du foyer de fracture après réduction et pendant la contention [6].

1.6. Techniques chirurgicales actuelles

Le traitement des fractures fémorales métaphysaires ou diaphysaires distales se révèle particulièrement difficile. En effet, en plus des contraintes biomécaniques accompagnant ces affections, le fémur d'un veau est constitué de deux épiphyses volumineuses et d'une diaphyse particulièrement grêle à corticale fragile [6] : les forces exercées sur les abouts fracturaires sont importantes, elle sont répercutées fortement sur les abouts du fait de la petite taille de l'os, et de plus l'os est fragile. Par ailleurs la forme empêche également les plaques vissées d'épouser la corticale lorsqu'on les fixe.

La réparation des fractures fémorales distales met en jeu de nombreuses techniques. Ces dernières ont évolué en fonction des contraintes économiques, zootechniques et des nouveautés qu'offre la chirurgie actuelle (Figures 19 et 20).

Figure 19 : Matériel classiquement utilisé : broche de Kirschner, clou de Küntschner, clous fasciculés, clous vissés, hémifixateurs (de gauche à droite) d'après Bellon [8].

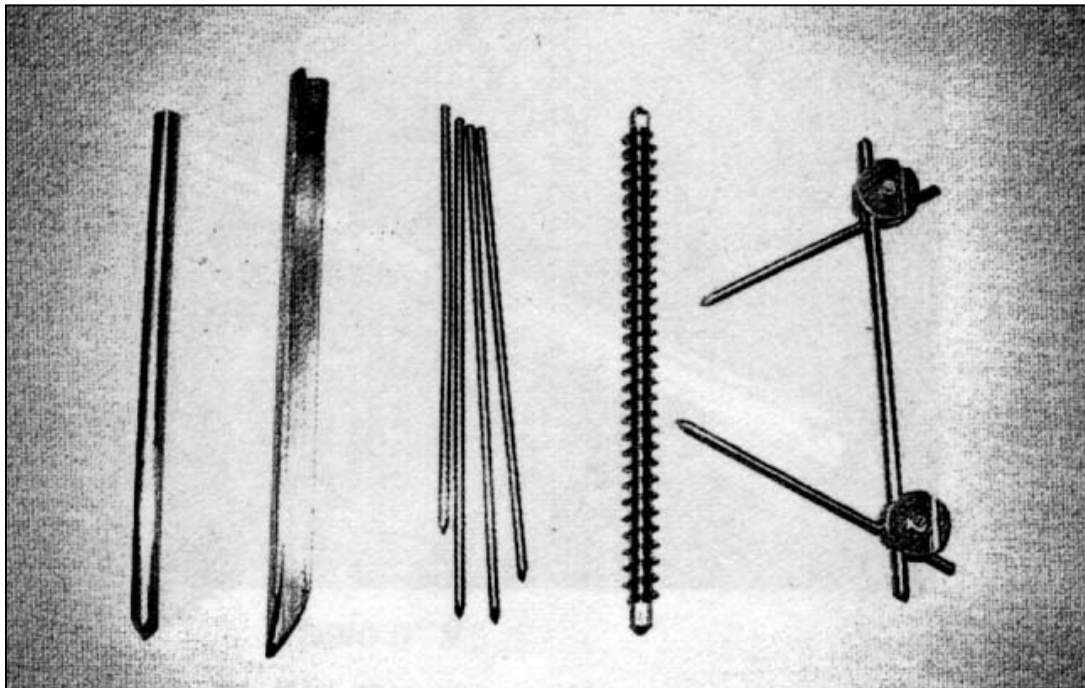


Figure 20 : Aspect du matériel orthopédique classiquement utilisé en chirurgie vétérinaire d'après Brinker, Piermattei et Flo [12].

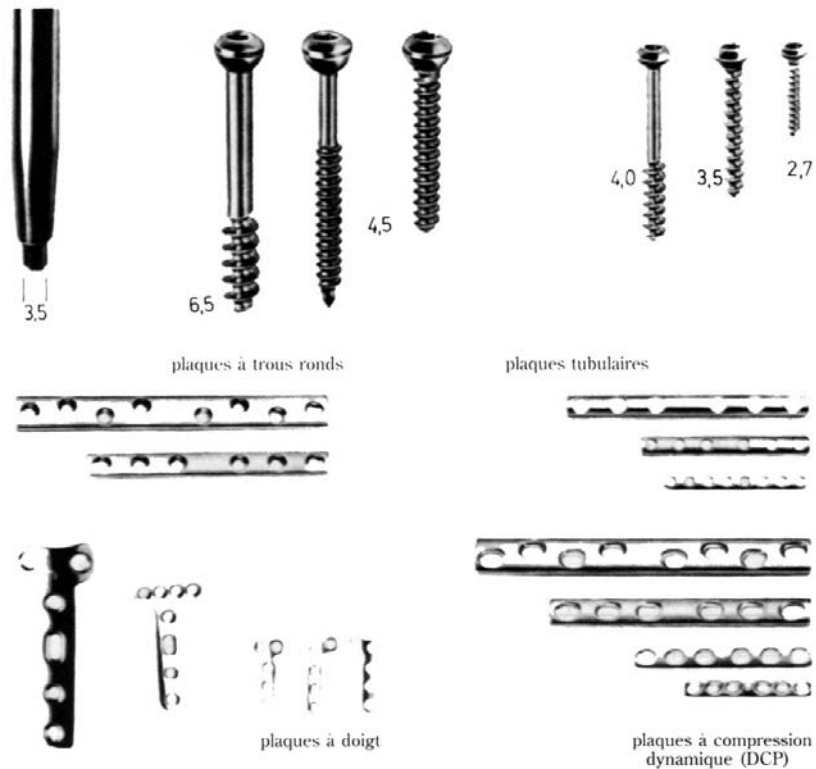


Figure 1-42. Plaques et vis à os (Extrait de Müller et coll., Manual of Internal Fixation, 2^e édition, New York, Spinger Verlag, 1979, p. 35, 49).

1.6.1. Etudes comparatives

Différentes études ont été publiées qui comparaient les différentes techniques de contention des fractures fémorales. Dans ce paragraphe, nous analyseront plus particulièrement deux études : la première a étudié différents systèmes tout azimut, la seconde a comparé différents systèmes d'enclouage.

1.6.1.1. Etude comparative de différentes techniques de contention

KENT [28], en 1981 dans une étude intéressant 12 veaux, a essayé différents moyens de contention de fractures fémorales diaphysaires distales expérimentalement modélisées. Il a comparé les résultats obtenus suivants les systèmes de contentions suivants :

- Contention externe seule (attelle)
- Multiples clous implantés par voie rétrograde (enclouage dit fasciculé)
- Hémifixateurs externes
- Plaque vissée

Dans chacune de ces techniques, l'apport éventuel d'un moyen de contention externe a été étudié. C'est ainsi que l'on a comparé les résultats obtenus avec l'association clous et attelle de Thomas modifiée, clous et bandage de Ehmer, ou clous seuls. Ces mêmes associations ont été effectuées avec les hémifixateurs et les plaques vissées. L'intérêt ayant été de maintenir le membre en extension avec l'attelle de Thomas, en flexion avec le bandage de Ehmer, à chaque fois, un témoin sans moyen de contention supplémentaire est étudié.

Dans cette expérience, la cicatrisation de la fracture a été évaluée 42 jours post-opératoires par dissection, observations et coupes histologiques de la zone fracturaire, une fois les veaux euthanasiés.

L'analyse des résultats a conduit aux remarques suivantes :

- La contention externe seule n'a pas suffi ;
- Trois cas de réparation de fractures au moyen d'un enclouage centro-médullaire ont montré une cicatrisation osseuse satisfaisante ;
- Les fractures stabilisées par hémifixation externe ont cicatrisé moins bien que celles stabilisées par enclouage centro-médullaire, d'une part du fait du risque infectieux, d'autre part du fait de l'instabilité du montage causée par la présence d'une musculature épaisse et d'une corticale osseuse mince ;

- Les fractures stabilisées par plaque vissée ont montré une cicatrisation moins bonne que celles stabilisées par enclouage centro-médullaire, du fait de la minceur de la corticale fémorale, où les vis prennent mal ;
- Dans tous les cas, le bandage de Ehmer a semblé retarder la reprise de la locomotion des animaux par rapport à l'attelle de Thomas modifiée ou l'absence de contention externe supplémentaire.

Cette étude a donc mis en avant l'intérêt de l'enclouage centro-médullaire par rapport aux autres techniques utilisées. Toutefois une étude portant sur 12 cas a semblé insuffisante pour conclure à la supériorité de cette technique sur les autres, dans la mesure où les enclouages ne concernent que 5 cas sur 12.

1.6.1.2. Etude de différentes techniques d'enclouage centro-médullaire

L'étude précédente a montré que l'enclouage centro-médullaire donnait de meilleurs résultats que les autres techniques. Voyons maintenant quel type d'enclouage est le mieux adapté.

SAINT-JEAN [34], dans une étude intéressant 12 cas de 1980 à 1990, a étudié l'intérêt d'un enclouage multiple dans la stabilisation des fractures fémorales distales, épiphysaires et diaphysaires. Dans cette étude, on a testé l'intérêt de la stabilisation des fractures fémorales à l'aide de 2 clous (4 animaux) et de 3 clous (8 animaux) verrouillés à l'aide d'une vis ou non verrouillés, associés le cas échéant à un cerclage des esquilles osseuses.

Les résultats ont appelé les remarques suivantes :

- Les résultats ont été jugés satisfaisants dans 10 cas sur 12 ;
- L'utilisation de trois clous a donné de meilleurs résultats que l'utilisation de deux clous, du fait d'une meilleure contention de forces de rotation ;

- Selon SAINT-JEAN, la stabilisation par enclouage multiple a été renforcée par les contractions musculaires, la réduction de la fracture, et les aspérités du cortex de la zone fracturaire ;
- L'enclouage a donné de meilleurs résultats que la pose d'une plaque vissée ;
- L'utilisation de clous verrouillés a limité la migration dorsale du clou.

Les complications de cette technique ont été :

- 1 ostéomyélite sur les 12 cas (8%) ;
- 1 instabilité du montage (8%)
- La sortie d'un ou plusieurs clous (non verrouillé) de l'apex fémoral proximal.

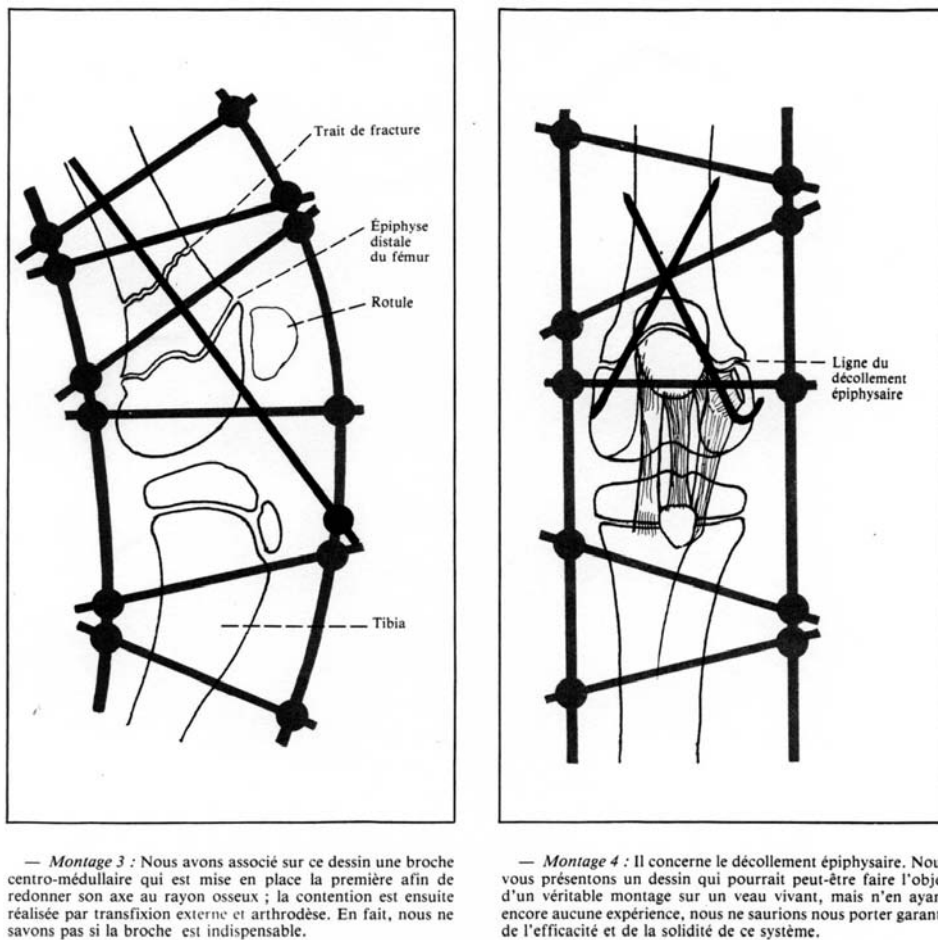
Cette étude s'est avérée particulièrement intéressante dans la mesure où elle a démontré l'efficacité de l'enclouage centro-médullaire, et notamment l'enclouage multiple. SAINT-JEAN a évoqué la possibilité d'utiliser, grâce à ce système de stabilisation, les caractéristiques biomécaniques des fractures fémorales. Toutefois, l'enclouage fasciculé est une technique longue à réaliser et parfois délicate.

1.6.1.3. L'association enclouage centro-médullaire et fixateur externe

Une alternative aux techniques précédentes est proposée par SAINT-JEAN [35] en 1992, sur une fracture fémorale diaphysaire proximale, spiroïde. Il s'agit d'une technique de contention utilisant un enclouage centro-médullaire et un hémifixateur externe, les esquilles osseuses étant stabilisées à l'aide de multiples cerclages. Les résultats sont bons mais ne concernent qu'un seul cas. De plus la fracture est proximale par rapport aux fractures classiquement rencontrées concernant la diaphyse fémorale, il s'agit en effet d'une fracture par bousculade. Par ailleurs, pour intéressante qu'elle puisse paraître, le problème des complications septiques majeures compte tenu des conditions de vie des animaux opérés et des douleurs engendrées par le matériel d'hémifixation externe persiste.

Cette technique de contention interne par enclouage associée à l'hémifixation externe est également proposée par CHATRE [14, 15] pour les fractures fémorales diaphysaires distales. En cas de fractures épiphysaires du fémur, CHATRE propose la pose de deux clous en croix associés à un enclouage centro-médullaire. La complexité de ces montages montre la difficulté d'obtenir une bonne contention par ces techniques (Figure 21).

Figure 21 : Montages réalisés par Chatré [15].



L'enclouage centro-médullaire fasciculé est donc une technique qui semble apporter une contention presque satisfaisante des forces s'exerçant sur le foyer de fracture. Toutefois, la complexité de mise en œuvre et le manque de recul sur l'efficacité de

cette technique ne nous permet pas de conseiller ce système. L'enclouage simple est à proscrire, tout comme l'association enclouage simple et fixateur externe.

1.6.2. La pose de plaque est une alternative peu intéressante

1.6.2.1. La plaque cobra

Parallèlement à ces techniques d'enclouage et d'hémifixation externe, la pose de différents types de plaques vissées a été proposée. KIRKER-HEAD et al. [29] proposent l'utilisation d'une plaque dite « cobra » du fait de sa forme (Figure 22). Il

aque ue cem pes

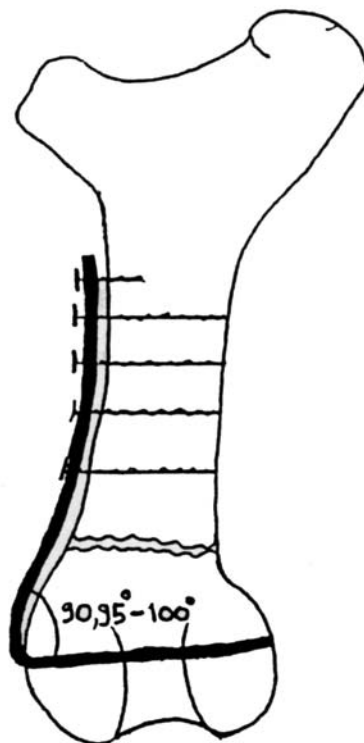
tle systèmes de cotsention n chirurgie boviune

1.6.2.2. La plaque intra condylienne

ASHWORTH et al. [1] proposent la stabilisation des fractures fémorales distales à l'aide d'une plaque intra condylienne (Figure 23). Les résultats avancés sont bons, et les contraintes économiques respectées. Toutefois le niveau technique requis est dissuasif.

Rappelons enfin que la contention par plaque vissée est de toute façon moins intéressante que l'enclouage, d'une part parce que les résultats sont moins bons, d'autre part du fait de la fragilité du fémur des Bovins qui impose l'utilisation de nombreuses vis, ce qui va à l'encontre des considérations économiques et enfin parce que la cicatrisation de l'os du jeune se fait par cal. Or la plaque limite la formation de celui-ci [7, 8].

Figure 23 : Plaque intra condylienne proposée par Ashworth et al. [1].

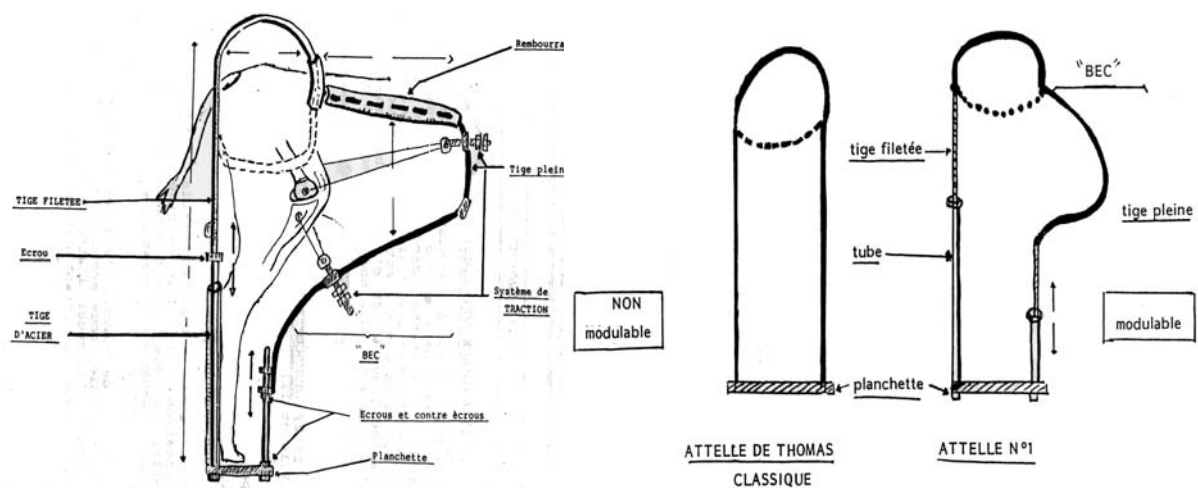


Ces techniques chirurgicales ont été testées avec succès chez le poulain âgé de moins d'un an, présentant une fracture fémorale. Des techniques associant deux plaques positionnées, l'une en face latérale, l'autre en face crâniale du fémur sont décrites dans une étude rétrospective de HANCE [26]. Sur 16 fractures diaphysaires, 8 ont donné un bon résultat. Les implants ont été posés dans le cadre hospitalo-universitaire laissant supposer un niveau technique élevé. Cette technique n'est donc pas applicable en chirurgie bovine courante. De plus il semble que l'os fémoral du poulain soit plus solide que celui du veau, les contraintes liées aux vis sont donc moins importantes.

1.6.3. Les autres techniques

Dès lors, on peut imaginer qu'un moyen de contention externe et réutilisable est le mieux adapté à des contraintes économiques sévères et à une nécessaire simplicité technique. BAUDOUX et MILITON [6] proposent l'utilisation d'une attelle de Thomas modifiée (Figure 24). Cette technique est celle qui répond le mieux à des contraintes économiques sévères. Cependant la réduction de la fracture est très approximative (en effet la réduction d'une fracture fémorale à foyer fermé est quasi impossible), les escarres importantes. En outre les mouvements du jeune sont sévèrement entravés. Cette technique doit donc être abandonnée autant que possible.

Figure 24 : Attelle de Thomas modifiée proposée par Baudoux et Militon [6].



Dès lors un bilan est aisé à dresser. Les plâtres et attelles sont des techniques à abandonner car la cicatrisation osseuse est alors mauvaise, les escarres nombreuses et parfois dramatiques. L'enclouage simple ne contient pas suffisamment les forces de rotation et de compression. De plus les clous non verrouillés ont tendance à remonter au niveau de l'extrémité proximale du fémur. Ils ressortent alors au travers de la peau. L'association enclouage et hémifixation externe est trop complexe pour être utilisée en routine. L'enclouage fasciculé quoique séduisant peut s'avérer délicat à mettre en œuvre, et la technique est longue à réaliser. La pose de plaque est coûteuse, met en place une cicatrisation moins bonne que l'enclouage centro-médullaire et le niveau technique requis est trop élevé. Seule la stabilisation des fractures fémorales avec une attelle de Thomas est possible. Elle est difficile et longue à réaliser. L'attelle très encombrante doit être parfaitement ajustée, et la réduction de la fracture est souvent très approximative.

BELLON propose une technique qui s'affranchit des problèmes précédents : l'enclouage centro-médullaire au moyen d'une broche à effet expansif. Il s'agit d'un implant intra-osseux composé d'une volumineuse broche centrale à laquelle sont soudées de petites broches latérales (4). Cette broche reprend donc l'avantage d'un enclouage fasciculé dont la supériorité a été montré précédemment, tout en limitant la difficulté liée à la technique de pose, puisque la broche se pose comme un simple clou verrouillé. Celle-ci répond de manière satisfaisante aux différentes contraintes rencontrées précédemment dans le traitement de fractures fémorales. On peut d'ailleurs dresser le cahier des charges qui a dicté l'élaboration de cette implant :

- Nécessité d'une contention interne de la fracture, impliquant un traitement chirurgical, pour obtenir une bonne réduction ;
- Neutralisation des forces de rotation et de compression au niveau du foyer de fracture, afin d'obtenir une bonne stabilisation de la fracture ;
- Présence d'un os long, friable et fragile où les vis tiennent mal. Les plaques sont donc inadaptées ;
- Un enclouage centro-médullaire verrouillé pour éviter la remontée de l'implant au niveau de l'apex fémoral proximal ;
- Un niveau technique abordable ;
- Des contraintes économiques respectées.

La suite de notre étude concerne la broche à effet expansif et la technique chirurgicale permettant la pose de cet implant.

Le tableau 5 présente une synthèse des différentes techniques anciennes ou actuelles utilisées. Les données concernant la broche à effet expansif figure dans les paragraphes suivants.

Tableau 5 : synthèse des différentes techniques utilisées pour la réparation des fractures fémorales.

	Technique	Avantages	Inconvénients	Bilan
Plaques	Plaque vissée		Mauvaise tenue des vis ; coût ; cicatrisation osseuse ; dislocation	DECONSEILLE
	Plaque "cobra"		Niveau technique ; mauvaise tenue des vis ; cicatrisation osseuse coût ; dislocation	DECONSEILLE
	Plaque intra condylienne		Niveau technique ; mauvaise tenue des vis ; cicatrisation osseuse dislocation	DECONSEILLE
	Attelle de Thomas	Simplicité ; coût ; efficacité moyenne	Mauvaise réduction ; escarres ; entravement du veau	POSSIBLE
	Fixateur externe seul	Simplicité ; coût ; efficacité moyenne	Risque infectieux ; pansements nombreux ; dislocation des montages	DECONSEILLE
Enclouage centro-médullaire	Enclouage simple ou visé	Coût ; type de cicatrisation	Contention insuffisante ; dislocation ; remonté de l'implant	DECONSEILLE
	Enclouage verrouillé	Coût ; type de cicatrisation	Contention insuffisante ; dislocation ;	DECONSEILLE
	Enclouage fasciculé	Efficacité moyenne ; type de cicatrisation	Niveau technique ; remonté des implants	POSSIBLE
	Enclouage + fixateur ext.	Efficacité moyenne ; contention de la fracture ; type de cicatrisation	Risque infectieux ; pansements nombreux ; dislocation des montages ; lourdeur du montage ; temps opératoire	POSSIBLE

2. L'enclouage centro-médullaire dans le traitement des fractures fémorales chez le veau : le concept de broche à effet expansif

On se propose maintenant de présenter la technique chirurgicale de pose de broches dites à effet expansif. Cet implant a été spécialement conçu pour répondre aux problèmes des autres techniques de contention des fractures fémorales chez le veau. La broche à effet expansif fait l'objet d'un brevet déposé.

2.1. *Présentation de l'implant*

2.1.1. Description de la broche dans sa version actuelle

La broche à effet expansif est constituée d'une broche centrale droite et rigide présentant quatre gorges longitudinales dans lesquelles sont soudées par leur parties postérieures quatre broches collatérales fines et flexibles. Elles forment ainsi quatre arêtes longitudinales (figure 25).

Figure 25 : la broche à effet expansif (photographie personnelle)



L'extrémité antérieure des collatérales est cintrée vers l'extérieur et terminée par un biseau dont la pointe est dirigée vers l'extérieur.

L'extrémité antérieure de la broche centrale est droite, son extrémité postérieure possède une perforation pour faciliter son extraction à la dépose.

En son milieu sept perforations transversales permettent un verrouillage avec la corticale proximale. Les vis de verrouillage présentent un épaulement limitateur de pénétration, ce qui permet de les retrouver facilement lors de la dépose de la broche. Une poignée de pose et un viseur facilitent la mise en place.

Il existe trois formats de broches expansives dont deux sont commercialisés. La grosseur et les dimensions de la broche sont adaptées en fonction du poids et de l'âge de l'animal : il existe actuellement trois modèles pour des veaux de 0 à 4 mois. Les dimensions des différents types de broche sont indiquées au tableau 6. La petite broche est indiquée pour les veaux de type culard (l'ossature est fine) de 0 à 6 semaines. La moyenne broche est indiquée pour les veaux de 0 à 6 semaines de type osseux (non culards, ces veaux se caractérisent par leur grande taille à la naissance). La grande broche est indiquée pour les fractures fémorales des veaux de plus de 6 semaines et de moins de 4 mois, elle est très peu utilisée (4 interventions en tout, réalisées par le Dr. BELLON) et n'est pas commercialisée pour l'instant.

Tableau 6 : Indications des différents modèles de broches expansives.

Modèle	broche centrale		broches latérales		Indication (âge du veau)
	Longueur X dia.	nbre de trous	Petites (L X dia.)	Grandes (L X dia.)	
Petit	190mm X 10 mm	7	165 mm X 3.2 mm	185 mm X 3.2 mm	0 à 6 sem. Type culard
Moyen	190 mm X 12 mm	7	165 mm X 2.8 mm	185 mm X 2.8 mm	0 à 6 sem. Type osseux
Grand	250 mm X 14 mm	8	225 mm X 3.5 mm	245 mm X 3.5 mm	6-8 sem. à 4 mois

Ces dimensions ont été fixées à la suite de dissections de fémurs. Des mesures de dimensions (longueur de l'os, diamètre du canal médullaire) ont été prises. Des corrections ont eu lieu à mesure de l'expérience acquise et par recueil de l'avis des confrères qui ont posé cette broche à ses débuts.

Il est nécessaire de prévoir une mèche longue de 25 cm (à la rigueur un clou avec pointe trois pans) pour forer les avant trous :

- diamètre 13 mm chez les jeunes,
- diamètre 14-16 mm chez les veaux de plus de trois mois [8].

Le matériau utilisé pour la confection des broches à effet expansif utilisées pour le traitement des fractures fémorales chez le veau est l'acier inoxydable (normes de bio compatibilité) [7].

2.1.2. Evolution de l'implant depuis sa mise au point jusqu'à la forme actuelle

Le premier type de broche expansive mis au point (1994) est une broche composée d'une broche centrale de 12 mm de diamètre, perforée de 3 trous (en position centrale) sur sa longueur et d'un biseau à son extrémité, munie de 4 collatérales soudées (figure 26). Elle a été mise au point par des essais successifs sur des pièces anatomiques disséquées. La technique de pose de l'implant est un enclouage centro-médullaire rétrograde : la broche est glissée dans le fût osseux à partir du foyer de fracture.

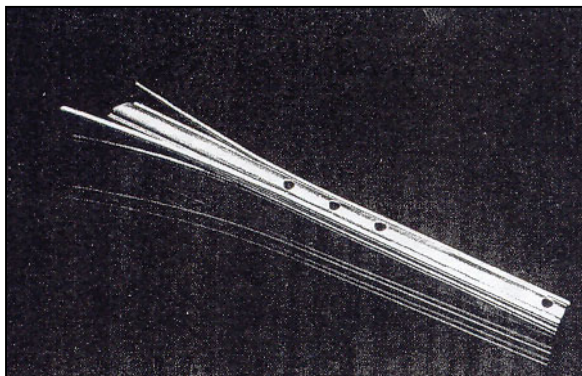


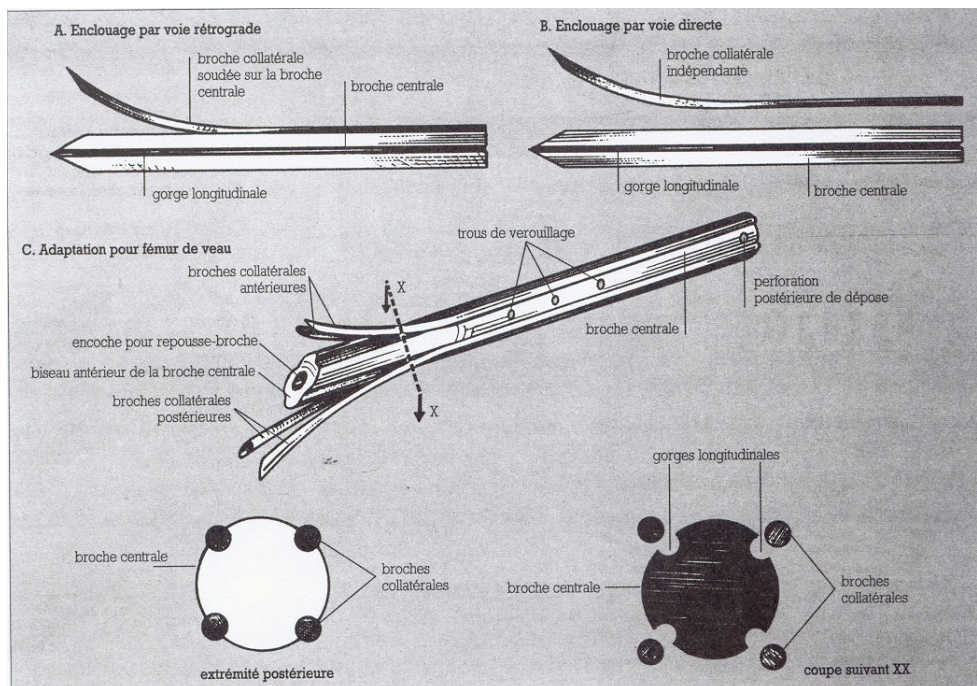
Figure 26 : la broche à effet expansif d'après BELLON [9] (première version à éléments soudés : trois perforations centrales, extrémité biseautée).

Par extension, une autre version de cette broche a été envisagée (1994) : une version à éléments non soudés (une broche centrale et quatre collatérales non soudées). Le Dr. BELLON envisageait alors de pouvoir utiliser l'effet expansif pour des fractures d'autres rayons osseux que le fémur et chez d'autres espèces (le poulain notamment). Les premiers essais de cette version ont été pratiqués sur des fractures de fémurs de veaux pour juger de l'opportunité de ce nouveau système par rapport au premier utilisé (figures 27 et 28). Pour des raisons pratiques, très peu de systèmes de ce type ont été posés. En effet, le temps opératoire nécessaire était alors supérieur puisqu'il fallait poser d'abord le clou central, puis les clous latéraux. L'enclouage était alors effectué par voie directe. La broche centrale était posée la première à partir de l'articulation. Puis les collatérales étaient glissées une à une par l'extrémité postérieure de la broche centrale, biseau et cintre dirigés contre elle. Elles étaient enfoncées ainsi jusqu'au trait de fracture. A ce moment, une rotation de 180° sur elles-mêmes permettait de retourner le biseau vers l'extérieur. Leur progression se poursuivait alors de manière expansive [8]. En théorie, la cicatrisation obtenue par enclouage par voie directe est meilleure que celle obtenue par voie rétrograde, du fait que l'hématome fracturaire est conservé (voir 1.5.). Toutefois, la réduction est souvent moins bonne, et le niveau technique beaucoup plus élevé. Cette version a donc très vite été abandonnée.

Figure 27 : aspect de la broche à effet expansif. Les éléments ne sont pas soudés. (cliché du Dr BELLON).



Figure 28 : comparaison de la première broche à effet expansif à éléments soudés et à éléments non soudés. C'est la technique d'enclouage qui les différencie (d'après BELLON [8]).



Enfin, le système a évolué de plusieurs façons, pour atteindre sa configuration actuelle :

- Trois tailles de broches sont désormais disponibles en fonction du type de veau opéré et de son âge (voir tableau 5). La broche la plus utilisée est celle de 12 mm de diamètre (broche centrale). La broche de 10 mm a été mise au point en 2001 pour certains veaux à ossature fine (veaux de petite taille et surtout de type culard). Le diamètre de la broche centrale a été diminué et celui des collatérales augmenté. La broche est plus petite mais assure le même maintien. La grande broche n'est pour l'instant pas commercialisée ;
- La broche centrale est percée de trous sur toute sa longueur au lieu de trois. Cela permet un traitement plus large des fractures fémorales diaphysaires : les fractures diaphysaires peuvent être traitées quelque soit leur emplacement, de plus certaines fractures obliques se trouvent mieux stabilisées par l'ajout d'une vis supplémentaire ;

- Le biseau présent à l'extrémité de la broche centrale a disparu (2002) au profit d'une extrémité tronquée perpendiculairement au grand axe de la broche (figures 25 et 26). Ce biseau a disparu du fait d'une complication fréquente de cet enclouage. En effet, on assistait parfois à un télescopage des abouts fracturaires, l'about distal venant s'encaster dans l'about proximal, après s'être rompu voire fendu sous la pression des muscles. L'extrémité biseautée favorisait ce phénomène en ce qu'elle offrait peu de résistance à la remontée de l'about distal, composé d'os spongieux et donc très tendre. L'adoption d'une extrémité droite pour la broche centrale limite grandement ce phénomène, les complications de ce type sont devenues très rares.
- La broche centrale a été raccourcie par rapport à la première version, les collatérales y ont été adaptées. Elle était un peu longue (2002) ;

2.2. Intérêt de l'effet expansif

Le système de broche à effet expansif correspond à un enclouage fasciculé, constitué :

- D'une broche centrale rigide, type broche de Kirschner ;
- D'une ou plusieurs broches périphériques souples type clous de Rush.

La broche centrale permet l'alignement des abouts osseux et la diminution des contraintes en flexion et en cisaillement.

Les collatérales diminuent les contraintes en rotation. Elles s'appuient sur la broche centrale pour transmettre, grâce à leur élasticité, une pression active pendant toute la durée de la consolidation. Le mouvement résiduel est faible, ce qui permet d'utiliser les facteurs biologiques de cicatrisation osseuse en activant le périoste.

La contention est stable car les mouvements de rotation et de cisaillement sont contenus, les forces de compressions sont amorties. L'ostéosynthèse n'est pas trop rigide et permet d'éviter à la corticale fragile du fémur du jeune veau de se rompre. Il s'agit d'une ostéosynthèse semi-rigide. D'ailleurs, les micro-mouvements permis par cette implant, au niveau du foyer de fracture active certaines phases de la cicatrisation osseuse en augmentant la concentration en oxygène au niveau de foyer de fracture (voir 1.5.).

Un verrouillage évite la remontée de l'implant vers l'extrémité proximale, ce qui pourrait générer une médullite [7]. La vis de verrouillage solidement ancrée au milieu de la diaphyse est le seul point fixe entre l'os et le matériel : ils peuvent donc « jouer » l'un par rapport à l'autre sans risque de rupture ni éclatement [8].

Il est possible de retirer le matériel une fois la cicatrisation osseuse effectuée.

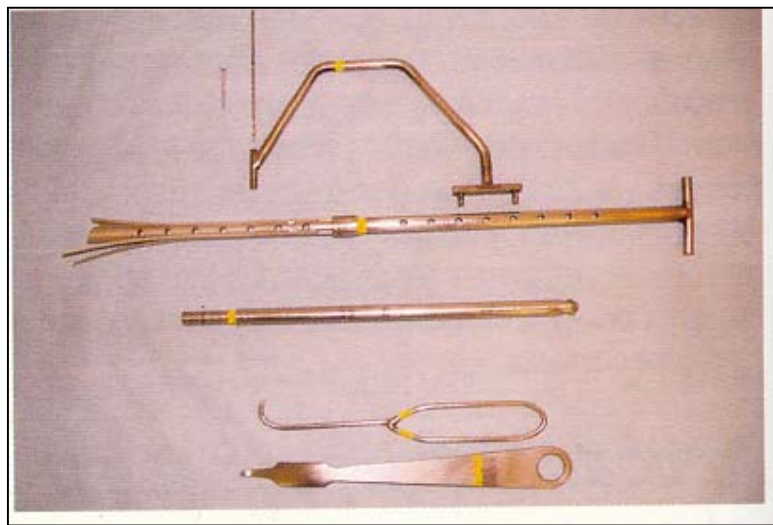
2.3. Présentation du matériel nécessaire

Hormis le matériel spécifique à la pose de la broche à effet expansif, présenté précédemment, le praticien souhaitant réaliser cette intervention devra posséder le matériel suivant (figure 29) :

- Trousse de base de chirurgie des tissus mous : manche et lame de scalpel, pince mousse, pince à dents, clamps de différentes tailles, ciseaux droits et courbes, porte aiguille ;
- Maillet ;
- Perceuse à accus ;
- Fil métallique pour cerclage ;
- Levier de Hohman ;
- Passe fil ;
- Mèche de 3,2 mm ;
- Vis à corticale de 3,5 mm de diamètre et 35 mm de longueur ;
- Champs stériles, pinces à champs (10) ;
- Crochet ;
- Davier à os ;
- Curette.

Ce matériel est disponible dans toute les centrales d'achat de matériel vétérinaire. La broche, ainsi que le kit de pose (poignée de pose, mèche de 13 mm, viseur, vis de 3,5 mm) sont commercialisés par le Docteur Jacques BELLON (58300 DECIZE).

Figure 29 : Présentation du matériel nécessaire à l'intervention : broche à effet expansif (photo du haut), poignée de pose, vis, gabarit (viseur) permettant le verrouillage, mèche de 13 mm, levier de Hohman, crochet (d'après BELLON).



2.4. Présentation de la technique chirurgicale

2.4.1. Indications

Face à une fracture fémorale, selon l'âge, la morphologie et surtout le résultat souhaité, le praticien a le choix entre trois attitudes différentes :

- L'absence de traitement spécifique (traitement limitant les conséquences de la fracture : antibiothérapie et antalgique),
- Un traitement conservateur,
- Un traitement chirurgical.

L'absence de traitement spécifique est possible si l'on a à faire à un animal léger : animal maigre ou de mauvaise conformation. Ils se déplacent sans trop de peine sur leurs autres membres. L'os se ressoude mal et l'important déplacement des abouts se traduira par un raccourcissement marqué du membre. La perte économique sera importante. D'un point de vue zootechnique, les soins que l'éleveur devra apporter à cet animal seront conséquents et les infections intercurrentes probables. C'est pourquoi, l'euthanasie est également envisageable.

Pour ce qui est du traitement conservateur, les plâtres sont inefficaces et dangereux. Ils n'immobilisent pas la partie proximale de l'os et répercutent au niveau de la fracture les déplacements du membre. Un traitement par attelle de Thomas peut être envisagé, si cette dernière est convenablement ajustée afin d'être efficace et pas trop mal tolérée [8].

Le traitement chirurgical sera envisagé pour obtenir une réduction et une réparation aussi parfaite que possible. L'enclouage centro-médullaire avec broche à effet expansif permet le traitement de fractures fémorales épiphysaires, diaphysaires, métaphysaires (les plus fréquentes chez le veau nouveau-né). Le traitement des fractures fémorales est indiqué chez les animaux ne dépassant pas 6 mois, l'âge de 10 mois semblant un grand maximum pour des animaux à forte valeur génétique.

A condition d'en adapter la taille ces broches permettent le traitement de fractures fémorales chez d'autres espèces, les références sur ce sujet manquent pour l'instant.

2.4.2. Contre-indications

Les contre-indications proviennent des lésions associées très fréquentes dans ce type d'accidents, en particulier à la naissance (voir 1.3.2.2.).

Rappelons également que les broches à effet expansif ne sont pas adaptées au traitement des fractures du col du fémur, ni aux fractures de la tête fémorale.

Le traitement des fractures fémorales du veau nouveau-né par enclouage centro-médullaire avec une broche à effet expansif est réservé aux animaux dont l'état général permet l'obtention de résultats satisfaisants. Les interventions sur des veaux malades, débilités ou polytraumatisés doivent être évitées. Dans tous les cas, on veillera à limiter la souffrance de ces animaux par l'administration d'antalgiques si un mauvais état général ne suggère toutefois pas le recours à l'euthanasie.

2.4.3. Temps pré-opératoire et anesthésie

2.4.3.1. Antibio-prévention

Selon BELLON, une antibio-prévention (gentamicine ou lincomycine par exemple) est instituée quelques heures ou juste avant l'intervention.

D'autres auteurs [34] préconisent l'association triméthoprime et sulfaméthoxazole (5 mg/kg, IV, 2 fois par jour) ou l'association pénicilline G potassique (10000 à 20000 UI/kg, IV, 3 fois par jour) et sulfate de gentamicine (2,2 mg/kg, IV, 3 fois par jour) au moment de l'intervention et pendant 3 à 15 jours post-opératoires.

Selon FERGUSON et al. [24], le chirurgien est invité à évaluer le statut immunitaire du veau avant toute opération. Cela peut se faire par un simple recueil des commémoratifs ou par dosage des globulines en laboratoire. Ce dosage est rarement pratiqué pour des raisons économiques, toutefois la diminution du coût des appareils de dosages biochimiques rendront peut-être cette pratique courante à l'avenir.

2.4.3.2. Radiographie

Une radiographie de profil est souvent suffisante pour caractériser la fracture. Pour la vue de face, si elle est nécessaire, le veau est mis en décubitus dorsal ; le membre fracturé est allongé sur le ventre, les onglons touchent presque le coude. Le fémur est alors parallèle à la plaque radiographique (voir 1.3.2.).

2.4.3.3. Anesthésie

2.4.3.3.1. Anesthésie épidurale

Que le protocole anesthésique soit fixe ou gazeux, le chirurgien travaillera plus facilement si une anesthésie épidurale a été réalisée [19].

➤ Particularités chez les Bovins

Chez les Bovins, la moelle épinière se termine en regard de la sixième et dernière vertèbre lombaire (L6). L'espace subarachnoïdien, contenant le liquide cébro-spinal, continue jusqu'au 3^{ème} ou 4^{ème} segment sacré (S3-S4). Le filum de la dure-mère s'interrompt à hauteur de la quatrième ou cinquième vertèbre caudale (C4-C5). Le diamètre du canal vertébral au niveau de L6 est de 4 cm, mais seulement de 1,8 à 2 cm au niveau du sacrum.

Par conséquent, il est impossible d'endommager les structures du canal vertébral, si l'insertion de l'aiguille est réalisée entre les vertèbres caudales.

➤ Réalisation technique

On réalisera une anesthésie épidurale caudale haute qui se distingue de l'anesthésie épidurale basse par la quantité d'anesthésique injecté : l'anesthésie intéresse alors non seulement le périnée et la partie interne de la cuisse, mais aussi les membres

postérieurs. Afin de matérialiser l'effet de l'anesthésie, on pourra la réaliser avant l'anesthésie générale, et mettre en place le protocole de cette dernière une fois le veau couché. L'anesthésie épidurale caudale s'effectue en insérant une aiguille (1,2x40mm) dans le premier espace intercoccygien (C1-C2). Cette aiguille est insérée sur le plan médian avec un angle d'environ 60° par rapport à la ligne horizontal dorsale. L'injection de la solution doit s'effectuer sans résistance.

➤ Mode d'action et anesthésique utilisé

Pour la pose de broche à effet expansif, on utilisera une solution de lidocaïne. Cette molécule va interférer avec la conduction de l'influx nerveux, qu'elle soit ascendante (sensitive) ou descendante (motrice). On obtiendra donc une analgésie et une paralysie en relation avec les nerfs atteints. Une perte du tonus vasculaire est également observé distalement au bloc.

On utilisera une solution de lidocaïne à 2% à un dosage qui varie de 0,1 à 0,15 ml/kg en injection lente. Il convient de ne pas dépasser la dose toxique de lidocaïne qui est d'environ 10 mg/kg (0,5 mL/kg de lidocaïne 2%). Cette dose est facilement atteinte chez le jeune veau. La tête de l'animal doit être maintenue en hauteur par rapport à l'abdomen pour éviter la diffusion de la lidocaïne vers les nerfs spinaux thoraciques et le cerveau, et un arrêt respiratoire consécutif. En outre, si l'animal est basculé trop rapidement en décubitus latéral, seul le membre dépendant (placé sous l'animal) est anesthésié, en raison d'une diffusion préférentielle du produit par gravité. L'hypotension induite par la vasodilatation périphérique et celle des organes abdominaux sont aggravées par une position déclive des membres postérieurs.

On se propose maintenant de présenter différents protocoles anesthésiques. On abordera l'anesthésie fixe puis l'anesthésie gazeuse du veau.

2.4.3.3.2. Protocole d' Anesthésie fixe

L'animal opéré est un jeune veau, traumatisé par la fracture, fragilisé par un vèlage qui a été difficile, en état d'anoxie. Par conséquent, l'anesthésie d'un tel animal est une anesthésie à risque, même si on attend trois jours après le vèlage avant d'opérer le veau. Rappelons que dans tous les cas, il n'y a pas d'anesthésie de routine, et que chaque animal répondra d'une manière différente aux drogues qui lui seront administrées. La suite de cet exposé présente différents protocoles d'anesthésie possibles présentant le moins de risques possibles pour le veau, tout en garantissant une contention minimale. En effet, l'animal ne doit pas bouger pendant l'opération au risque de voir le champ opératoire contaminé.

BOHY [10, 11] propose plusieurs protocoles d'anesthésie générale fixe du veau issus d'observations cliniques. Le protocole de base présenté n'est pas utilisable pour la pose de la broche à effet expansif, il est présenté à titre informatif car il sert de support aux autres protocoles d'anesthésie fixe et notamment à celui utilisable pour cette technique chirurgicale.

□ Le protocole de base

Le modèle de base est un veau de 50 kg, âgé de quinze jours, en bonne santé, opéré au cabinet vétérinaire.

L'anesthésie recherchée est de qualité moyenne, pour une durée d'intervention de trente minutes environ. On recherche une bonne analgésie et une bonne myorelaxation. On souhaite un réveil rapide pour le retour à la ferme aussitôt après l'opération.

Le déroulement de l'anesthésie est le suivant :

- T : injection intramusculaire de l'association zolazépam-tilétamine à la posologie de 6 mg/kg, soit 3 mL de Zoléttil® 100 ;

- T + 3 mn (extrêmes 2 à 7) : coucher de l'animal, préparation ;
- T + 10 mn (extrêmes 9 à 12) : anesthésie satisfaisante, début de l'opération ;
- T + 40 mn (30 à 60) : fin de l'anesthésie.
- T + 60 mn (45 à 180) : l'animal se relève tout seul.

Suivant l'âge de l'animal opéré, l'intervention envisagée, les habitudes du chirurgien, d'autres protocoles, plus ou moins proches du protocole de base sont utilisables. Rappelons que la pose de broches à effet expansif est une intervention longue et douloureuse. Elle ne doit s'envisager que sur un veau âgé de plus de 48 à 72 heures, en dehors de tout état de choc. On se propose de présenter les protocoles adaptés à la pose de la broche expansive.

□ Variations liées à l'âge du veau

❖ Cas du veau nouveau-né

Le veau âgé de 48 heures est sensible aux déséquilibres hydro-électrolytiques et ce jusqu'à l'âge de huit jours. Il a souvent souffert au vêlage et est très sensible à la douleur. Cette fragilité et cette sensibilité accrue aux anesthésiques exigent la pose d'un cathéter avec perfusion d'un soluté tampon de type Ringer en pré, per et post-opératoire [10, 11].

La dose de zolazépam-tilétamine administrée est donc diminuée, soit pour un veau de 50 kg et en fonction de l'état général : injection intraveineuse de l'association tilétamine-zolazépam à la posologie de 1 à 2 mg/kg, soit 0,5 à 1 mL de Zoléttil® 100. La voie veineuse permet de prolonger l'anesthésie si besoin, à raisons d'injections de 0,5 mg/kg (0,25 mL de Zoléttil® 100 pour un veau de 50 kg). Cette injection peut être renouvelée autant de fois que nécessaire. Ce protocole pourra être utilisé pour la pose de broche à effet expansif sur des veaux très jeunes : c'est le protocole utilisable pour le traitement des fractures fémorales d'origine obstétricale. Ce protocole est également recommandé par BELLON [9].

❖ Cas du veau plus âgé

Il peut arriver que le veau atteint de fracture fémorale soit plus âgé et donc plus lourd. Dans ce cas, l'anoxie est moins problématique, le protocole utilisé permet une anesthésie de meilleure qualité, toutefois on s'éloigne du protocole de base précédemment décrit.

Le veau de plus de 80 kg pose un problème car, avec la méthode de base, l'anesthésie obtenue est de très courte durée. Dans ce cas, la prémédication avec la romifidine (Sédivet®) est très intéressante. En effet, la romifidine est moins dépresseur pour la respiration que la xylazine (Rompun®) et la dose à utiliser beaucoup plus faible.

Le protocole préconisé est alors : injection intraveineuse de 0,006 mg/kg de romifidine, soit 0,05 mL/100 kg de Sédivet® ; puis dix minutes plus tard, injection intramusculaire de l'association tilétamine-zolazépam à la posologie de 4 mg/kg, soit 4 mL/100 kg de Zolétil® 100.

L'anesthésie obtenue est de bonne qualité. La prémédication est essentielle ; il faut toutefois garder à l'esprit le risque de surdosage, la dose de Sédivet® ne devant en aucun cas dépasser 0,1 mL/kg (soit 5 mL pour un veau de 50 kg). Le confort du chirurgien est parfait, mais il convient d'éviter de rendre le veau aussitôt après la fin de l'intervention. Un délai de trois heures au moins semble impératif. On peut également rappeler que le Sédivet® est un produit très coûteux et qu'il ne dispose pas d'A.M.M. pour les Bovins. On pourra utiliser ce protocole pour la pose de broche à effet expansif sur des veaux de six à huit jours au moins, si on ne dispose pas d'appareil d'anesthésie gazeuse. Ce protocole est également préconisé par BELLON [9]. Un résumé des différents protocoles d'anesthésie fixe conseillés est présenté au tableau 7. D'une manière générale, on préférera les protocoles d'anesthésie gazeuse aux protocoles fixes, car ils présentent moins de risque.

Tableau 7 : Résumé des protocoles d'anesthésie fixe utilisables pour la pose de broche à effet expansif. Une anesthésie épidurale doit être associées à ces protocoles. La dose en mL/kg est indicative et permet de vérifier le volume injecté en fonction du poids de l'animal.

	Molécule	Nom commercial	Dose (mg/kg)	Dose mL/kg	Remarque
<i>Veau nouveau-né (50 kg environ)</i>					
Induction	Tilétamine-Zolazépam	Zoléttil 100 (ND)	1 à 2 mg/kg IV	0,5 à 1 mL IV (50 kg)	Au dernier moment
Entretien	Tilétamine-Zolazépam	Zoléttil 100 (ND)	0,5 mg/kg IV	0,25 mL IV (50 kg)	IV renouvelable
<i>Veau plus âgé (80 kg environ)</i>					
Prémédication	Romifidine	Sédivet (ND)	0,006 mg/kg IV	0,05 mL/100 kg IV	Hors A.M.M.
Anesthésie	Tilétamine-Zolazépam	Zoléttil 100 (ND)	4 mg/kg IM	4 mL/100 kg IM	10 minutes après

2.4.3.3.3. Anesthésie gazeuse

❑ Prémédication

LOUIS [31] propose plusieurs protocoles d'anesthésie gazeuse développés ci-dessous.

Malgré une durée d'action assez courte, le sulfate d'atropine (0,01 à 0,02 mg/kg) utilisé pendant la prémédication permet de diminuer les risques de bradycardie et contrôle l'hypersalivation souvent abondante. Il ne diminue cependant que l'excrétion de la phase aqueuse de la salive. En effet cette dernière est constituée de deux phases, l'une aqueuse, l'autre muqueuse, l'injection d'atropine augmente la viscosité de la salive.

❖ Les tranquillisants :

Phénothiazines : l'utilisation seule des phénothiazines (Calmivet®) est à éviter car elle peut entraîner une bradycardie, une hypotension, une diminution de la fréquence

respiratoire, une hypothermie (action directe sur les centres thermorégulateurs hypothalamiques). Ces inconvénients peuvent être évités en associant de la chlorpromazine (1 mg/kg) et de l'atropine (0,02 mg/kg) aux phénothiazines. Cette association facilite l'induction de l'anesthésie et assure une meilleure relaxation et un réveil plus calme.

Benzodiazépines : Le diazépam (Valium®) est un excellent sédatif chez le veau à la dose de 0,4 mg/kg en intraveineux. On observe toutefois une légère tachycardie, une diminution du volume courant, une diminution du débit respiratoire, une augmentation des besoins musculaires en oxygène. L'utilisation de diazépam nécessite donc une surveillance attentive de l'apport en oxygène.

α 2 mimétiques : la xylazine (Rompun®), agoniste des récepteurs α 2-adrénérgiques, permet d'obtenir une sédation accompagnée d'une analgésie et d'une myorelaxation satisfaisantes (0,2 mg/kg IM). Mais les effets secondaires marqués avec dépression des centres cardiaques (bradycardie, arythmies sinusales...), hypoxie associée à une hypercapnie évoluant rapidement vers l'acidose métabolique nous amènent à déconseiller son usage chez le veau nouveau-né. On peut utiliser la romifidine (Sédivet®) qui est moins dépresseur respiratoire que la xylazine car elle est utilisée à des doses très inférieures (0,006 mg/kg IM). Toutefois, son utilisation se fait hors A.M.M., et les données concernant son administration chez les Bovins et notamment le veau sont peu nombreuses.

□ Induction

L'induction est réalisée quand le veau s'est couché spontanément et ne résiste plus à une mise en décubitus latérale forcée.

Les barbituriques : le thiopental sodique (Nesdonal®) administré à la dose de 100 mg/kg en intraveineux assure une narcose rapide. L'apnée constante chez les carnivores est aussi régulièrement observée chez le veau. Elle s'accompagne généralement d'une hypoxie transitoire.

Les arylcyclohexanones : la kétamine et la tilétamine (associée au zolazépam : Zolétil®) sont utilisées chez le veau. A la posologie de 4 mg/kg en intraveineux, la kétamine après tranquillisation préalable à la xylazine (0,2 mg/kg intramusculaire) provoque un endormissement minimal suffisant pour pratiquer une intubation endotrachéale. Cet endormissement est légèrement apnéique, n'abolit pas les réflexes de déglutition et les spasmes laryngés (l'intubation est possible pendant dix minutes environ)

□ Intubation et maintien de l'anesthésie

L'intubation est réalisée à l'aide d'une sonde de Rüsh de diamètre interne 11 mm (plus gros diamètre existant) ou d'une sonde en silicone (diamètre interne supérieur à 11 mm).

L'intubation est réalisée sur l'animal en décubitus latéral sous contrôle visuel quand cela est possible (veau < 80 kg), en aveugle par palpation de l'épiglotte ou en aveugle et sans palpation. Cette dernière reste assez simple pourvu que l'on dispose d'une sonde incurvée et de diamètre adapté. On peut également utiliser un laryngoscope dont la longueur peut être augmentée par une lame métallique.

Quelle que soit la technique utilisée, l'intubation endotrachéale chez le veau ne provoque pas de réflexe de toux, contrairement à ce qui est observé chez les carnivores. Elle reste cependant plus complexe que chez les carnivores en raison de la présence d'une protubérance (torus lingual) sur la langue rendant difficile l'intubation sous contrôle visuel.

Le maintien de l'anesthésie est assuré par l'halothane à la concentration de 4-5 % du mélange gazeux pour approfondir l'endormissement. Il est ramené à 1,5-2% quand on observe le début de rotation ventrale du globe oculaire avec perte du réflexe palpébral. En cas de surdosage en halothane, on assiste à un basculement dorsal des globes oculaires et à une absence de réflexe cornéen.

Le protoxyde d'azote, malgré une action analgésique et anesthésique modérée, permet de diminuer la concentration alvéolaire minimale (CAM) en halothane de 27 % en l'utilisant dans un mélange équitable avec l'oxygène. La CAM est la concentration minimale de gaz anesthésique au niveau des alvéoles pulmonaires nécessaire pour empêcher toute réaction à un stimulus nociceptif chez 50 % des sujets.

Chez le veau, la respiration spontanée est fortement diminuée lors de périodes prolongées en décubitus dorsal ou latéral pendant une anesthésie à l'halothane. On note souvent une atélectasie pulmonaire progressive qui diminue le débit respiratoire. L'hypoventilation entraîne une hypoxie. La surveillance de l'anesthésie doit permettre la détection précoce de l'atélectasie pulmonaire (dont les premiers signes sont une dyspnée inspiratoire, ils s'aggravent sous l'aspect d'une dyspnée expiratoire) et la mise en place d'une ventilation assistée continue ou d'une ventilation intermittente en pression positive (IPPV). Celle-ci est pratiquée par l'intermédiaire d'un insufflateur puissant et adapté (pression maximale 40 cm H₂O) au rythme d'une insufflation toutes les quinze minutes. L'insufflation directe d'un aide opératoire dans la sonde après débranchement du circuit est aussi efficace.

L'extubation est tardive et est pratiquée lorsque l'animal mâchonne la sonde ; la langue doit être tirée fortement de manière à dégager les voies aériennes supérieures.

Une anesthésie générale fixe chez le veau est tout à fait utilisable et l'amélioration des protocoles permet de travailler en toute tranquillité. L'anesthésie gazeuse permet cependant une anesthésie plus longue et moins risquée dans ce type d'intervention. L'ennemi de l'animal anesthésié est le refroidissement (un animal anesthésié sans être opéré voit sa température diminuée de 1°C). Il convient donc de veiller à l'opérer dans un environnement chaud, à l'isoler de la table en inox, à utiliser des bouillottes et des couvertures à son retour à la ferme, si celui-ci a lieu avant son réveil. Nombreux sont les agriculteurs qui possèdent une lampe à infra-rouges, il convient donc de prescrire son utilisation. Pour améliorer encore la qualité du réveil et le confort du chirurgien, il serait bon d'utiliser de l'oxygène. Un antagoniste dans le cas

d'une anesthésie fixe pourrait être utilisé pour accélérer le réveil, mais aucun essai concluant n'existe avec les produits disponibles sur le marché [11].

Tableau 8 : Résumé du protocole d'anesthésie gazeuse conseillé. Une anesthésie épidurale doit être associée.

	Molécule	Nom commercial	Dose	Dose	Remarque
Tranquillisation, induction	Tilétilamine-Zolazépam	Zoléttil 100 (ND)	1 mg/kg IV	0,5 mL IV (50 kg)	
Entretien	Halothane		4 à 5 %	Jusqu'à perte du réflexe palpébral	
	Halothane		1,5 à 2 %	Ensuite	

2.4.3.4. Préparation du patient

Le site opératoire comprend toute la face externe de la cuisse ; il est préparé selon les règles habituelles de toute chirurgie aseptique. Par exemple on peut appliquer le protocole suivant :

- tonte large du membre à opérer (de l'aile de l'ilium à la base de la queue, la tonte descend jusqu'à mi jarret) ;
- savonnage à la polyvidone iodée (Vétédine savon®), rinçage à l'alcool modifié à 70° ; répéter 3 fois ;
- antiseptie par aspersion de polyvidone iodée (Vétédine solution®) ;
- les onglons brossés et aseptisés sont isolés dans un jersey ;

- mise en place de champs stériles (on peut d'ailleurs en confectionner un en tissu, une fenêtre étant ménagée pour l'intervention concernant le fémur) (figure 30).

Figure 30 : préparation du site opératoire. Noter la présence du champ confectionné pour cette intervention. Il s'agit d'une cuisse gauche [9] (Photographie du Dr. BELLON).



2.4.4. Temps opératoire d'après BELLON

Quel que soit le matériel utilisé (clous classiques ou broche à effet expansif, l'enclouage centro-médullaire du fémur s'effectue par voie rétrograde classique, c'est à dire à partir du foyer, recul de la broche dans l'about proximal, réduction de la fracture, puis impaction dans l'about distal.

La technique décrite ici concerne la pose de la broche à effet expansif. Elle est transposable à tout autre enclouage centro-médullaire.

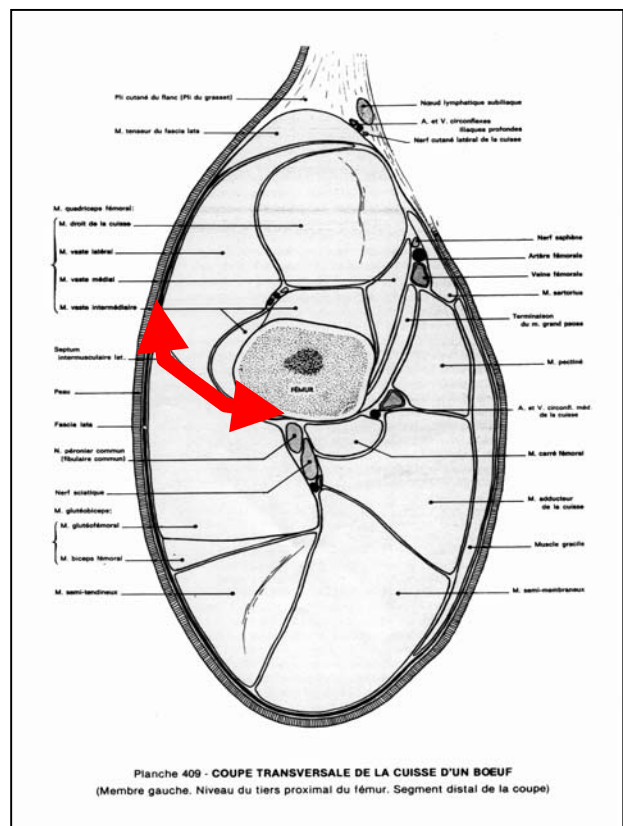
□ Voie d'abord

L'incision cutanée suit une ligne passant par le grand trochanter en direction du ligament patellaire. Elle doit être longue, 20 cm sur un jeune veau (figures 31 et 32).

Figure 31 : Voie d'abord : incision de la peau et du fascia lata de la pointe de la hanche en direction du grasset sur une vingtaine de centimètres [9] (Photographie du Dr. BELLON).



Figure 32 : Situation anatomique de la zone incisée. Cette zone est matérialisée par la flèche. (Il s'agit d'une coupe transversale de la cuisse d'un bœuf au niveau du tiers proximal du fémur)



Le fascia lata est incisé sur la même longueur, à sa jonction avec le septum intermusculaire latéral. Un plan de clivage est facilement trouvé au niveau de ce septum qui sépare le muscle glutéobiceps en arrière et le muscle vaste latéral en avant (figure 33). Une ponction aux ciseaux mousses de la face caudale du muscle vaste latéral permet d'accéder à la fracture (l'anatomie de la région de la cuisse est décrite au chapitre 1.2.1. ; la zone d'incision est matérialisée par la flèche dessinée sur les figures 4, 5, 6 et 32).

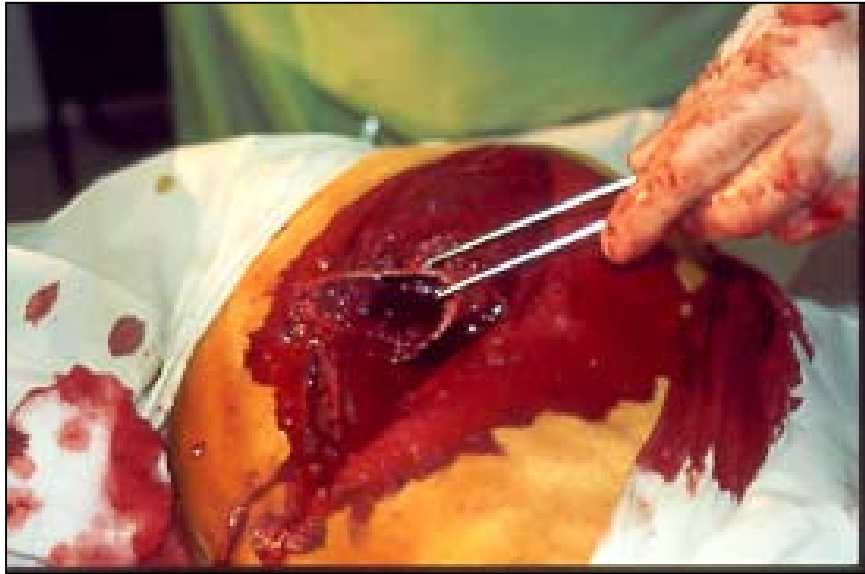
Figure 33 : Voie d'abord : clivage entre le muscle vaste latéral (indiqué par le doigt de l'opérateur) et le muscle glutéo-biceps [9] (Photographie du Dr. BELLON).



□ Parage du foyer

Les caillots et les débris sont éliminés du foyer et de l'about distal en premier à l'aide d'une curette. L'about proximal, fiché en avant dans les vastes, est remonté vers la brèche cutanée pour être paré à son tour (figure 34).

Figure 34 : About osseux proximal après curetage (Photographie du Dr. BELLON).



□ **Forage de l'about proximal**

La forage de l'about proximal s'effectue à l'aide d'une mèche (ou d'un clou de Kirschner) de 13 mm de diamètre. Après avoir traversé l'os, la mèche sort au niveau de la fosse intertrochantérique et est poussée en direction de la peau à travers les muscles fessiers.

La peau est incisée et la mèche sort vers l'extérieur. Elle peut être laissée en place et servir ainsi de guide à la broche (figure 35).

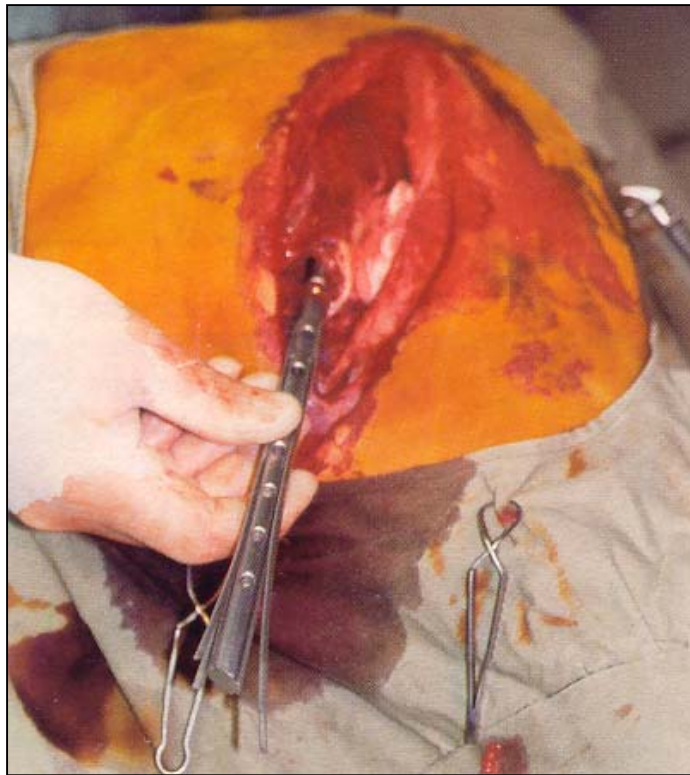
Figure 35 : Forage de l'about proximal avec une mèche de 13 mm [9] (Photographie du docteur BELLON).



□ **Mise en place de la broche dans l'about proximal**

La broche est reculée au marteau dans l'about proximal selon un positionnement précis. En effet, les petites collatérales ont une longueur et une orientation particulières qui les feront s'implanter correctement dans les condyles et dans les lèvres de la trochlée fémorale. Il convient donc d'enfoncer la broche de telle sorte que les deux collatérales les plus longues, qui vont s'implanter dans les condyles, se trouvent en face postérieure de l'os (figure 36).

Figure 36 : Introduction de la broche dans l'about proximal : positionnement en face postérieure des collatérales les plus longues [9] (Photographie du Dr. BELLON).



La broche est refoulée jusqu'à ce qu'elle disparaisse totalement dans l'about proximal. L'extrémité postérieure sort à travers les fessiers et la peau et il devient possible d'y fixer la poignée de pose (figures 37 et 38).

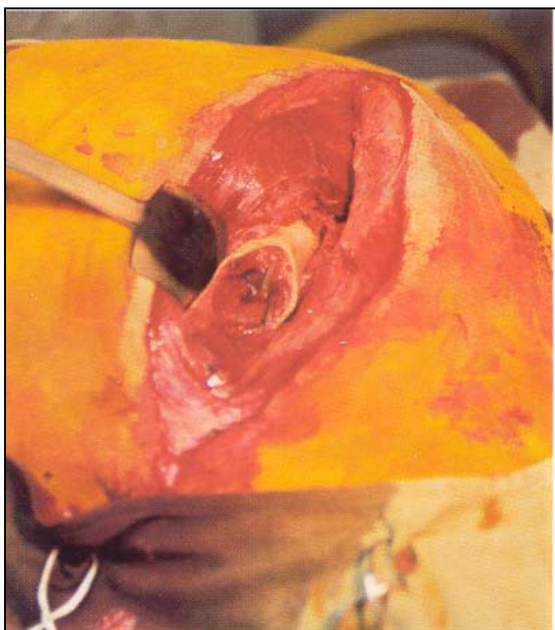


Figure 37 : Broche totalement remontée dans l'about proximal [9] (Photographie du Dr. BELLON).

Figure 38 : Mise en place de la poignée de pose. Prendre garde au détrompeur situé à l'extrémité de la broche qui permet son positionnement correct, prendre garde également de ne plus séparer la broche de la poignée tant que la broche n'est pas verrouillée [9] (Photographies du Dr. BELLON).



□ Réduction de la fracture

La rétraction musculaire importante tend à faire se chevaucher les deux bouts et il est nécessaire de les écarter l'un de l'autre à l'aide de crochets ou du levier de Hohman. On évitera l'utilisation d'écarteurs pour maintenir la plaie béante, ceux-ci entraînant un raccourcissement du membre et rendant donc la fracture encore plus difficile à réduire. La poignée de pose permet de manœuvrer facilement l'about proximal, évitant de le prendre avec un davier (figures 39 et 40).

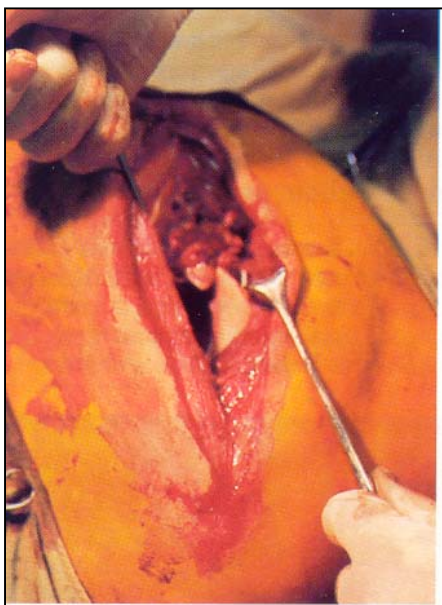
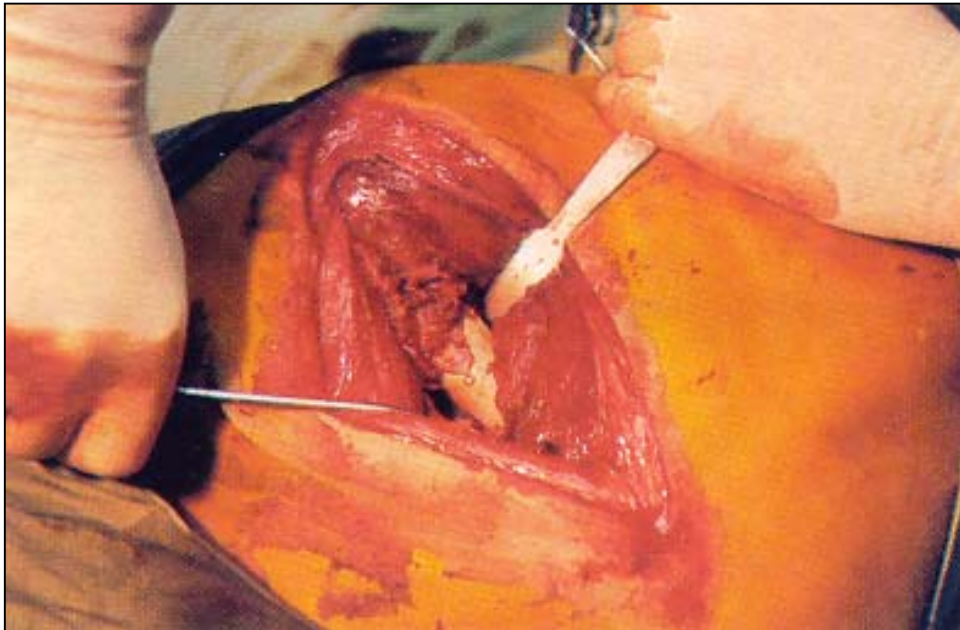


Figure 39 : Réduction de la fracture à l'aide d'un crochet et d'un levier de Hohman. Ce temps opératoire est difficile. Il est conseillé de ne pas mettre d'écarteurs au niveau des berges de la plaie [9] (Photographie du Dr. BELLON).

Figure 40 : Fracture réduite, la rétraction musculaire maintient les deux bouts en place [9] (Photographie du Dr. BELLON).



□ **Impaction dans l'about distal**

Dès que la réduction paraît satisfaisante, la broche est enfoncée dans l'about distal en frappant sur la poignée avec le maillet, pendant qu'un aide exerce une contre-pression sur le grasset. Le membre est très légèrement fléchi. L'aide s'emploie à pousser l'articulation du grasset vers le haut et vers l'avant, faisant ainsi basculer vers l'arrière l'extrémité fracturée de l'about distal. La broche qui aurait alors eu tendance à s'implanter trop en avant se dirige alors selon l'axe proximal du fémur. Ce temps de l'opération est important et est l'une des difficultés majeures que l'on peut rencontrer (figure 41).



Figure 41 : Impaction dans l'about distal : un aide bloque fermement le grasset pendant que la broche est enfoncée avec un maillet [9] (Photographie du Dr. BELLON).

Après quelques centimètres de progression, une radiographie de contrôle permet de vérifier le degré d'enfoncement et l'implantation de la broche. L'ensemble doit être enfoncé jusqu'à ce que la grosse broche centrale affleure ou traverse à peine le cartilage de croissance de l'épiphyse distale. Pour des raisons matérielles, il est parfois difficile d'obtenir de bons clichés radiographiques per-opératoires. En effet, ceux-ci sont souvent sombres. On conseille la lecture des clichés au spot si nécessaire (figure 42).

Figure 42 : Radio de profil de contrôle : l'extrémité antérieure de la broche doit s'arrêter plus ou moins au niveau du cartilage de croissance de l'épiphyse distale [9] (Photographie du Dr. BELLON).



Dans l'hypothèse où le positionnement serait incorrect, il est possible de ressortir la broche avec un crochet passé dans la perforation postérieure prévue à cet effet.

□ Verrouillage

L'épiphyse distale est très spongieuse et les clous, quels qu'ils soient, y sont toujours mal fichés. On observe très souvent un recul du clou et une dislocation du montage. La broche à effet expansif a été prévue pour être verrouillée. Ce temps est indispensable. Le viseur s'adapte sur la poignée de pose et permet de choisir entre plusieurs positions pour implanter la vis de verrouillage dans l'about proximal selon le type de fracture. La corticale est percée avec une mèche de 3,2 mm (figure 43).

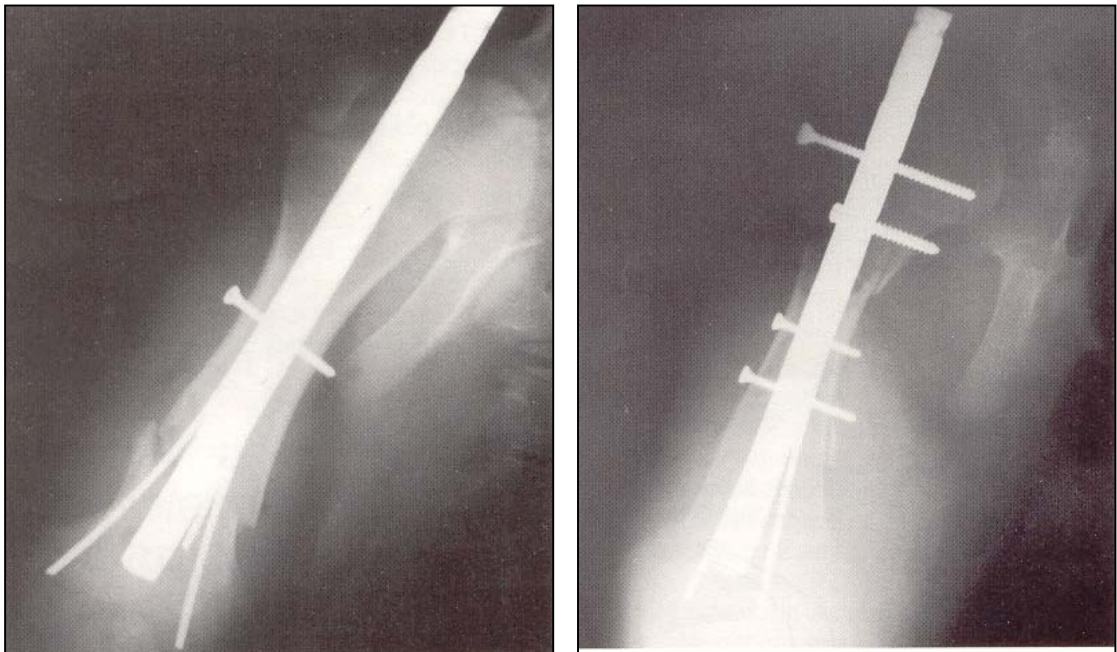
Figure 43 : Verrouillage : plusieurs perforations de la broche permettent de choisir l'emplacement de la vis selon le type de fracture. Un épaulement limitateur de pénétration peut être placé entre la tête de la vis et la broche pour permettre un retrait ultérieur de l'implant [9] (Photographie du Dr. BELLON).



En général, il suffit d'une seule vis de 3,5 mm de diamètre et de 35 mm de longueur dans l'about proximal pour les fractures métaphysaires basses classiques. En revanche si la diaphyse est éclatée (avec souvent une très grosse esquille centrale), il est possible de verrouiller les deux abouts proximaux et distaux, évitant ainsi le

télescopage de l'os sur lui-même. Il convient alors d'utiliser des vis de 4 mm de diamètre et de 50 mm à 60 mm de longueur au niveau des épiphyses (figure 44). Les esquilles osseuses sont le cas échéant fixées au moyen d'un cerclage. Ce dernier peut être simple ou s'appuyer sur la broche centrale ou l'une des collatérales.

Figure 44 : A gauche : Verrouillage classique : dans les fractures métaphysaires, une seule vis au niveau de la diaphyse est nécessaire. A droite : Verrouillage multiple : fracture diaphysaire proximale (photographie du Dr. BELLON).



□ Sutures

La formation du cal est essentiellement périostée chez le jeune. Ce périoste, très épais et solide, est toujours largement décollé de l'os et plus ou moins adhérent aux muscles. Il convient de le recoller en suturant correctement les muscles en profondeur, avec quelques points simples.

Les sutures superficielles sont classiques. On utilisera un fil tressé résorbable pour le périoste, les muscles et le tissu sous cutané, un fil monofilament irrésorbable pour la peau.

□ Radiographie post-opératoire immédiate

Par souci de sécurité, on peut réaliser un cliché radiographique en post-opératoire immédiat. Ce cliché permettra de visualiser le bon positionnement de la broche dans le fût osseux (figure 44). La broche ne doit pas empêcher l'articulation fémoro-tibiale de fléchir. Les abouts osseux devront être le mieux alignés possible. On pourra faire un cliché de profil. L'idéal étant de posséder un écran de brillance.

Les clichés radiologiques obtenus sont souvent sombres, un spot aidera à visualiser la zone fracturaire.

Sur la figure 45, le cliché radiographique de gauche montre un positionnement correcte de la broche dans le fût osseux ; l'alignement des abouts fracturaires est moyen, car il laisse apparaître un léger décalage. Le cliché de droite montre une position satisfaisante de l'implant et un alignement des about fracturaires plus satisfaisant.

L'enclouage permettant la pose de la broche a effet expansif se compose des temps suivants : incision de la peau et des masses musculaires, dissection mousse au niveau du septum qui sépare les muscles glutéo-biceps et vaste latéral, parage du foyer de fracture, forage de l'about proximal, mise en place de la broche dans l'about proximal, réduction de la fracture, impaction de la broche dans l'about distal, verrouillage de l'implant, sutures, radiographie de contrôle.

2.4.5. Temps post-opératoire

Si les règles d'asepsie ont été respectées, les infections sont rares. Une antibiothérapie de quatre à six jours est néanmoins prudente (amoxicilline et acide clavulanique ou lincospectine® par exemple). Aucune contention externe ne doit être installée. L'animal est mis en liberté, isolé, sur une couche non glissante mais peu paillée.

Le relevé avec prise d'appui a lieu 24 à 48 heures après l'intervention. Le veau est capable de se déplacer et de se nourrir seul.

La consolidation s'effectue en quinze jours à trois semaines. Le cal est suffisant pour déposer le matériel entre quatre et six semaines après l'opération. Pour cela, après

incision locale, la vis de verrouillage est enlevée et la broche est retirée au niveau de la fosse intertrochantérique en passant un crochet dans la perforation prévue à l'arrière.

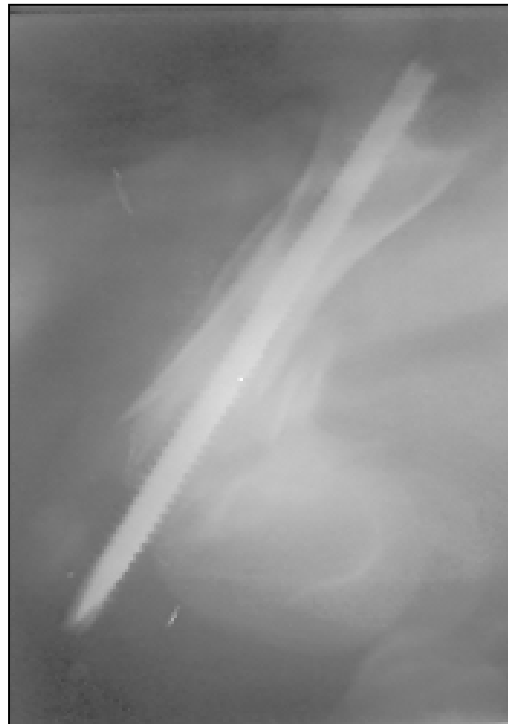
En pratique, si tout se passe bien dans les trois premières semaines, il est parfaitement inutile de déposer le matériel qui, étant fixé au niveau de la diaphyse, disparaît totalement dans l'os et se trouve très bien toléré [9].

2.4.6. Complications

Les échecs ou complications proviennent :

- D'un manque de rigueur dans l'indication du traitement. Les lésions associées aux fractures du fémur sont fréquentes et toujours sources d'échec. Un mauvais choix du moment de l'intervention, un protocole anesthésique mal adapté conduisent fréquemment à des décès per-opératoires ;
- D'une aseptie non contrôlée ;
- D'une dislocation du montage dans les quinze jours suivant l'intervention. Classiquement on observe un éclatement de l'épiphyse distale et un télescopage des deux abouts. L'os spongieux ne résiste pas à la pression qu'exercent les muscles en se contractant et la diaphyse agit comme un véritable coin qui vient s'encastrent dans l'épiphyse (figure 45) ;

Figure 45 : Rupture de montage : l'about distal s'encastre dans l'about proximal. Noter que le clou utilisé est un clou vissé (Photographie du Dr. BELLON).



- D'une réparation insuffisante des tissus péri-osseux en particulier les muscles et la capsule articulaire du grasset : éviter les épanchements [8].

Plus rarement on observe :

- La formation de cals exubérants dus à des instabilités ou des mauvaises sutures périostées ;
- Des proliférations osseuses au niveau de la fosse intertrochantérique avec irritation et piégeage du nerf sciatique. Il convient d'éviter de propulser de la moelle osseuse en remontant la broche dans l'about proximal, d'où l'intérêt de laisser la mèche en place et de s'en servir comme d'un guide [9].

Notons que chez le poulain, c'est le problème infectieux qui est la cause la plus fréquente d'échec de réparation chirurgicale des fractures fémorales. Chez le

poulain, une grande quantité de sérosités se collectent au niveau du foyer de fracture, contenu par un implant. La pose d'un drain est d'ailleurs quasi-systématique [26]. Par ailleurs, chez le poulain, l'âge auquel survient la fracture est un élément du pronostic : plus l'animal est jeune, plus il est léger, plus le pronostic est bon.

3. Etude descriptive des résultats de l'enclouage centro-médullaire avec broche à effet expansif ; perspectives à venir et aspect économique

Les résultats présentés par la suite ne sont que partiels. En effet, ils résultent de la pratique vétérinaire et non de l'expérimentation. On propose une méthode permettant de centraliser ces résultats et de les évaluer plus précisément [7, 8, 9].

3.1. Etude de la technique à ses débuts (1994-95)

3.1.1. Matériel et méthode

Les résultats de la campagne 1994-95 sont présentés dans un article du Dr. BELLON de 1996 [7]. Un stage effectué en 2001 a permis de préciser un certain nombre de données présentées dans cette publication. L'objectif de cette étude est de montrer les résultats obtenus par la technique d'enclouage.

Les résultats présentés par la suite nous ont été communiqués par le Dr. Jacques BELLON. Les données individuelles postérieures à 1995 ne sont pas disponibles.

Les patients inclus dans cette étude sont présentés dans le tableau 9, pour chacun, on a noté l'âge de survenue de la fracture ainsi que la localisation de la fracture. Ces patients ont tous été présentés au Dr. BELLON à la consultation, certains sont des patients appartenant à des clients habituels du Dr. BELLON, d'autres sont référés par des confrères du voisinage. Chaque veau admis a fait l'objet d'un examen clinique, puis d'un examen orthopédique, enfin d'un examen radiologique du membre fracturé.

En 1994-95 et courant 1995, 18 veaux ont été opérés par la technique décrite précédemment. Il s'agit essentiellement de nouveau nés (trois seulement en dehors

du vêlage). Les fractures sont de type métaphysaire (14), diaphysaire (2), métaphyso-diaphysaire (2).

Les individus inclus dans cette étude sont présentés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Liste des patients admis pour fracture fémorale sur la campagne 1994-95. On a recueilli leur âge ainsi que le type de fracture dont ils souffraient (M : métaphysaire ; D : diaphysaire ; MD : métaphyso-diaphysaire) d'après BELLON [7].

Patient	Age	Fracture
1	Nouveau-né	M
2	Nouveau-né	M
3	Nouveau-né	M
4	Nouveau-né	M
5	Nouveau-né	M
6	Nouveau-né	M
7	Nouveau-né	M
8	Nouveau-né	M
9	2 jours	MD
10	Nouveau-né	M
11	Nouveau-né	M
12	3 semaines	D
13	Nouveau-né	M
14	3 jours	D
15	Nouveau-né	M
16	Nouveau-né	MD
17	Nouveau-né	M
18	Nouveau-né	M

Ces veaux ont été opérés au moyen d'une broche expansive, dont les caractéristiques sont présentées au chapitre 2.1.2..

Les critères d'appréciation des résultats reposent sur l'aspect clinique essentiellement. On a noté la rapidité avec laquelle l'animal a retrouvé l'appui sur le membre opéré. Les résultats ont été jugés également sur la capacité de récupération fonctionnelle des animaux opérés, entre six semaines et trois mois après l'intervention. En effet, la codification de la qualité du cal est difficile : les radiographies à cet âge, et en particulier de face sont trop imprécises.

Sur le plan clinique, on a évalué les résultats en quatre classes :

- Mort ou absence de recouvrement de l'appui sur le membre opéré ;
- Moyen : il persiste une boiterie importante cliniquement visible avec un appui faible du membre ; une amyotrophie est visible ;
- Bon : il persiste une boiterie légère avec appui ; il n'y a pas d'amyotrophie ;
- Très bon : la récupération fonctionnelle est parfaite, il ne subsiste aucune boiterie, les masses musculaires sont intactes.

Les résultats individuels postérieurs à 1995 ne sont pas disponibles. Le recueil des résultats et des commémoratifs individuels pour chaque animal n'a pas été poursuivi après 1995.

3.1.2. Résultats pour la campagne 1994-95

Les résultats obtenus en 1994-95 sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 10 : Premiers résultats obtenus dans les années 1994-1995 d'après BELLON [7]. (M : métaphysaire ; D : diaphysaire ; MD : métaphyso-diaphysaire).

Patient	Appui	Cal à 6 semaines	Fonction	
			6 semaines	plus de 3 mois
1	2 jours	bon	très bon	très bon
2	mort le jour de l'opération			
3	5 jours	instable	moyen	moyen
4	mort de péritonite à 5 j			
5	3 jours	inconnu	très bon	très bon
6	mort de lésions vertébrales associés			
7	2 jours	inconnu	très bon	très bon
8	5 jours	inconnu	très bon	très bon
9	2 jours	bon	très bon	très bon
10	mort le jour de l'opération			
11	4 jours	bon	bon	très bon
12	mort le jour de l'opération			
13	2 jours	bon	très bon	très bon
14	2 jours	bon	très bon	bon
15	2 jours	bon	bon	bon
16	4 jours	inconnu	très bon	bon
17	4 jours	inconnu	bon	très bon
18	2 jours	bon	bon	très bon

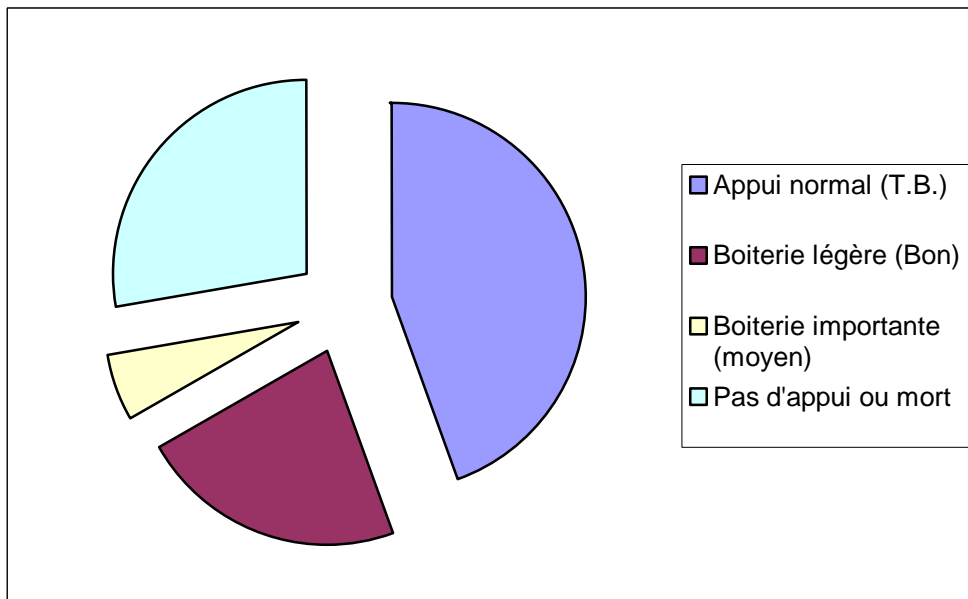
Le tableau 11 présente une synthèse des résultats obtenus en 1994-95.

Tableau 11 : Synthèse des résultats obtenus en 1994-95.

	6 semaines		Plus de 3 mois	
	Effectif	%	Effectif	%
Appui normal (T.B.)	8	44%	9	50%
Boiterie légère (Bon)	4	22%	3	17%
Boiterie importante (moyen)	1	6%	1	6%
Pas d'appui ou mort	5	28%	5	28%
Total connu	18	100%	18	100%

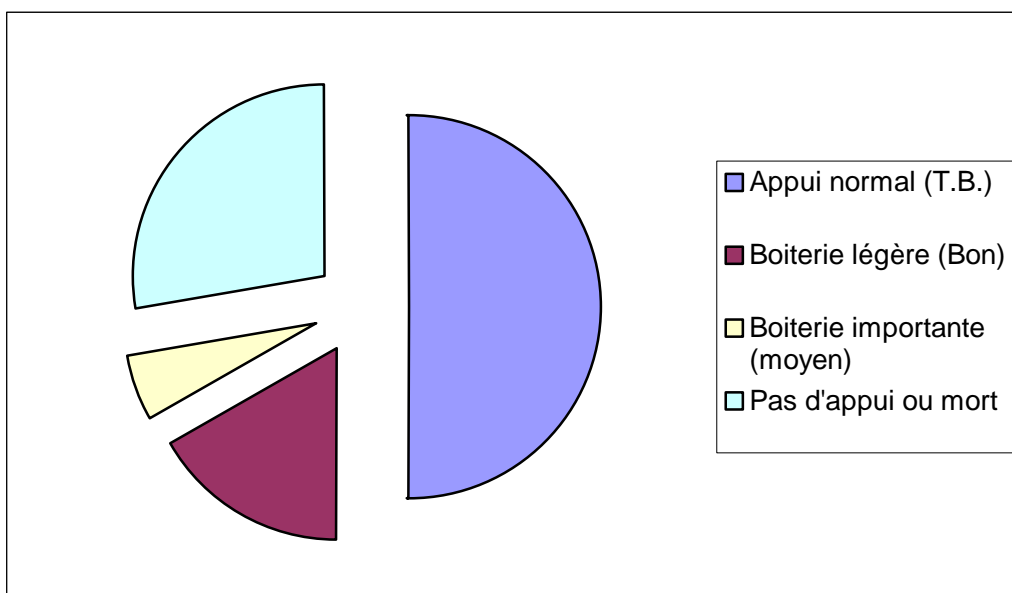
La figure 46 montre les résultats intermédiaires obtenus 6 semaines après l'intervention.

Figure 46: Résultats obtenus 6 semaines après l'intervention en 1994-95.



Les résultats obtenus à 6 semaines sont présentés à titre indicatif. Ces résultats sont très bons dans 44% des cas et bons dans 22% des cas. Il persiste 6% des cas qui présentent une boiterie soit 1 veau. Ces résultats sont encourageants. Il le sont d'autant plus quand on les compare avec ceux obtenus 3 mois après l'intervention, présentés à la figure 47.

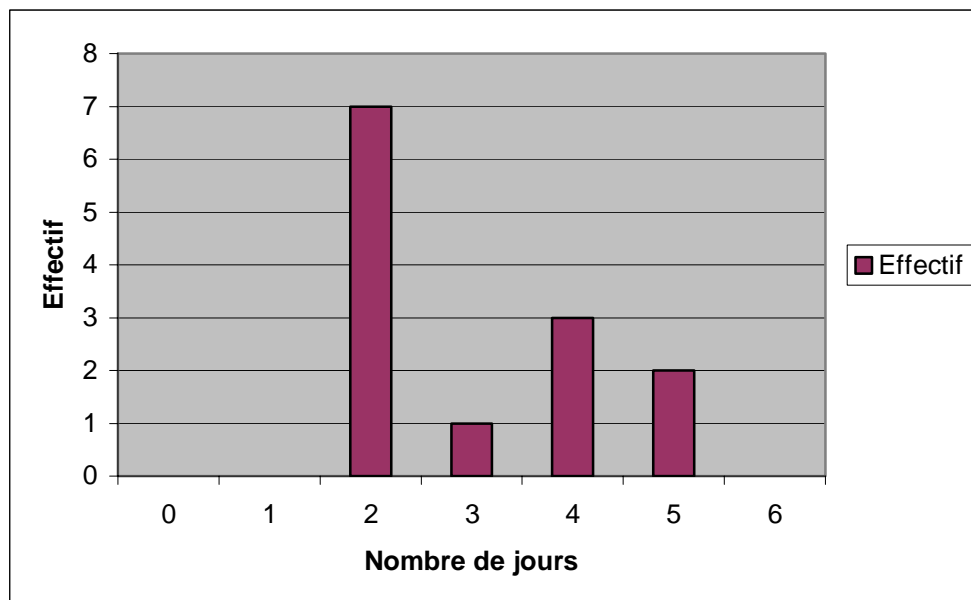
Figure 47 : Résultats obtenus 3 mois après l'intervention.



On constate une amélioration nette des résultats à trois mois. La moitié des veaux opérés ont retrouvé un appui normal. En revanche si une partie des résultats classés bons à 6 semaines deviennent très bons à 3 mois, le nombre de boiteries importantes ne varie pas.

La figure 48 présente le nombre de jours nécessaires à la reprise d'appui après l'intervention chirurgicale. N'ont été comptabilisés que les veaux qui ont survécu à l'opération. C'est pourquoi l'effectif total est de 13.

Figure 48 : Nombre de jours nécessaires à la reprise d'appui après l'intervention.



Les résultats sont compris entre 2 et 5 jours. Il faut le plus souvent deux jours pour obtenir un retour de l'appui sur le membre opéré.

Pour les treize survivants, on a donc observé :

- Une reprise d'appui sur le membre opéré rapide (2 à 5 jours ; 2,4 j en moyenne) ;
- Aucun cas de déstabilisation totale, de complications infectieuses ou d'ostéomyélite ;

- Neuf veaux ne présentant ni boiterie, ni déformation squelettique : leur récupération fonctionnelle a été très bonne ;
- Trois veaux présentant une légère boiterie n'entraînant pas de handicap économique ; un seul de ces animaux a été revu à un an, avec une évolution favorable ;
- Un veau présentant une boiterie et une amyotrophie persistante [7].

3.1.3. Discussion

Cinq veaux sont morts pendant l'intervention ou dans les jours qui ont suivi. Certains présentaient d'autres lésions ou un état de choc tel qu'un choix plus judicieux des animaux, et surtout du moment d'intervention, aurait permis de réduire ces accidents. Il ne faut pas opérer trop tôt, surtout les nouveaux-nés. Le moment optimum pour intervenir semble se situer 48 à 72 heures après la naissance.

Les résultats des années 1994-95 sont ceux obtenus au début de la technique, avec la broche centrale biseautée. Les résultats obtenus par la suite sont meilleurs, d'une part du fait de l'amélioration de la technique mais aussi du fait d'un meilleur choix des patients opérables. En revanche aucune trace écrite n'a été conservée des résultats postérieurs à 1995. Un recueil plus précis des résultats aurait permis une étude plus exhaustive.

3.2. *Etude globale de la technique*

3.2.1. Matériel et méthode

On étudie dans le paragraphe suivant d'une part les résultats obtenus par la technique d'enclouage entre 1994 et 2001 : c'est l'aspect que l'on qualifiera de qualitatif, d'autre part le nombre de broches posées à Decize ainsi que le nombre de broches commercialisées : c'est l'aspect quantitatif de notre étude.

Les données nous sont également communiqués par le Dr. BELLON. Les seuls résultats disponibles sont cliniques. Il est très difficile en pratique rurale de faire des

radiographies régulières sur des animaux de plus en plus lourds. Les résultats individuels des années postérieures à 1995 ne sont pas disponibles. Les résultats sont indiqués dans le tableau 10.

Ces chiffres sont issus de l'analyse des résultats concernant 103 patients opérés à Decize (par le Dr. BELLON) pour fracture fémorale. Chaque opéré faisait l'objet d'un suivi : les propriétaires donnaient des informations téléphoniques sur l'état de l'animal vers 15j-3 semaines en post-opératoire, des informations étaient recueillies par le Dr. BELLON par téléphone vers l'âge de 8-10 mois. Aucune trace de ces résultats n'est disponible.

Un entretien avec le Dr. BELLON a permis également d'étudier le nombre de broches commercialisées entre 1994 et 2003. Pour ce faire, on a recueilli d'une part le nombre de broches posées par le Dr. BELLON à Decize d'autre part le nombre de broches commercialisées.

3.2.2. Résultat globaux sur la période 1994-2003

3.2.2.1. Aspect qualitatif

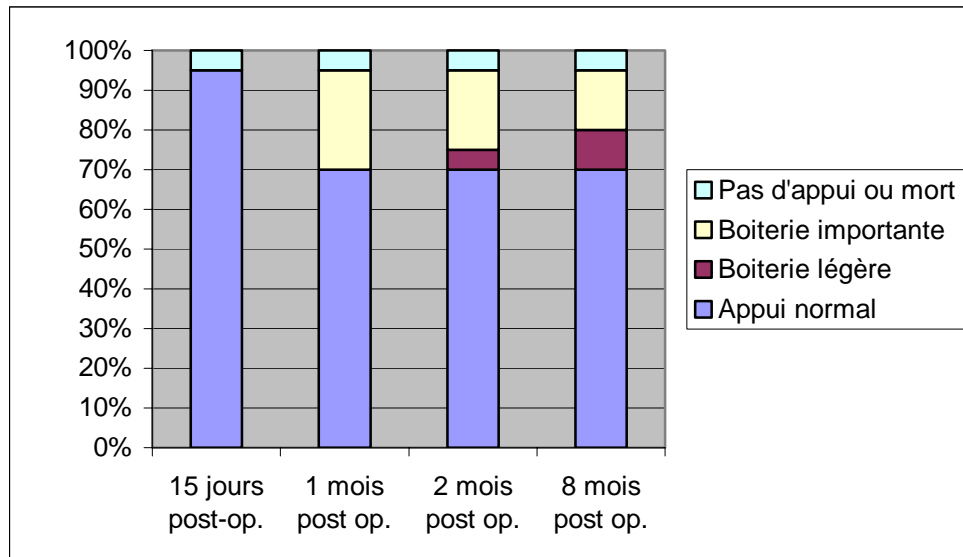
Les résultats globaux de la technique sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Résultats globaux de la technique d'enclouage avec broche expansive d'après BELLON [9].

	15 jours post-op.	1 mois post op.	2 mois post op.	8 mois post op.
Appui normal	95%	70%	70%	70%
Boiterie légère	0	0	5%	10%
Boiterie importante	0	25%	20%	15%
Pas d'appui ou mort	5%	5%	5%	5%

La représentation graphique de ces résultats est présentée à la figure 49.

Figure 49 : Résultats obtenus pour 103 interventions entre 15j et 3 mois post-opératoires.



Après plusieurs années d'expérience, sur 103 veaux opérés, les résultats 8 mois post-intervention sont bons dans 70 % des cas [9].

D'une manière générale, on observe une diminution de la boiterie dans les huit mois qui suivent l'intervention. Les résultats 1 mois après l'intervention sont moins bons que les résultats 15 j après l'intervention. En revanche le nombre de veaux présentant un très bon résultat 1 mois après l'intervention est stable à 2 mois et à 8 mois. La fréquence des boiteries importantes diminue entre 1 mois et 8 mois après l'intervention. Par contre, la fréquence des boiteries légères augmente à partir de 2 mois après l'intervention.

3.2.2.2. Résultats quantitatifs

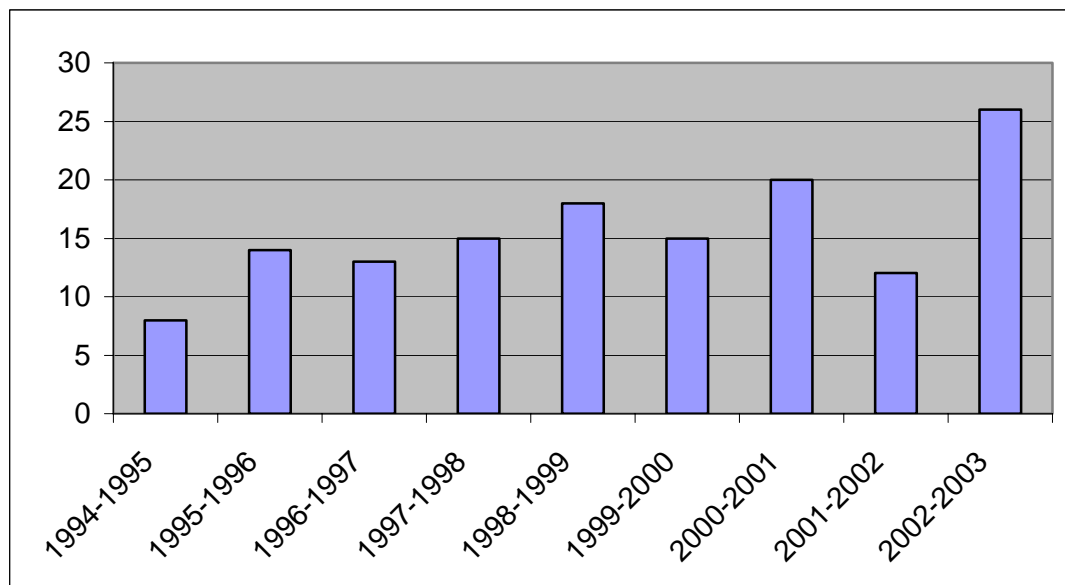
3.2.2.2.1. Résultats quantitatifs à Decize

Le nombre de veaux opérés par le Dr. BELLON au cours des 9 dernières campagnes de vêlages est présenté sur le tableau 13 et à la figure 50 (une campagne de vêlages va de fin novembre à fin avril en zone charolaise).

Tableau 13 : Evolution du nombre de veaux opérés à Decize au cours des neuf dernières campagnes de vêlages.

Campagne de vêlages	Nombre de veaux opérés
1994-1995	8
1995-1996	14
1996-1997	13
1997-1998	15
1998-1999	18
1999-2000	15
2000-2001	20
2001-2002	12
2002-2003	26

Figure 50 : Nombre de veaux opérés par campagne de vêlages.



Le nombre d'interventions effectuées à Decize est en progression depuis la mise au point de la broche à effet expansif. On remarque une belle avancée du nombre d'interventions effectuées en 2002-2003. On note un recul du nombre d'interventions en 2001-2002 lié à la crise de l'E.S.B.. Les patients du Dr. BELLON sont constitués pour une bonne part de veaux appartenant à des clients habituels ainsi que des patients référés par quelques confrères du voisinage.

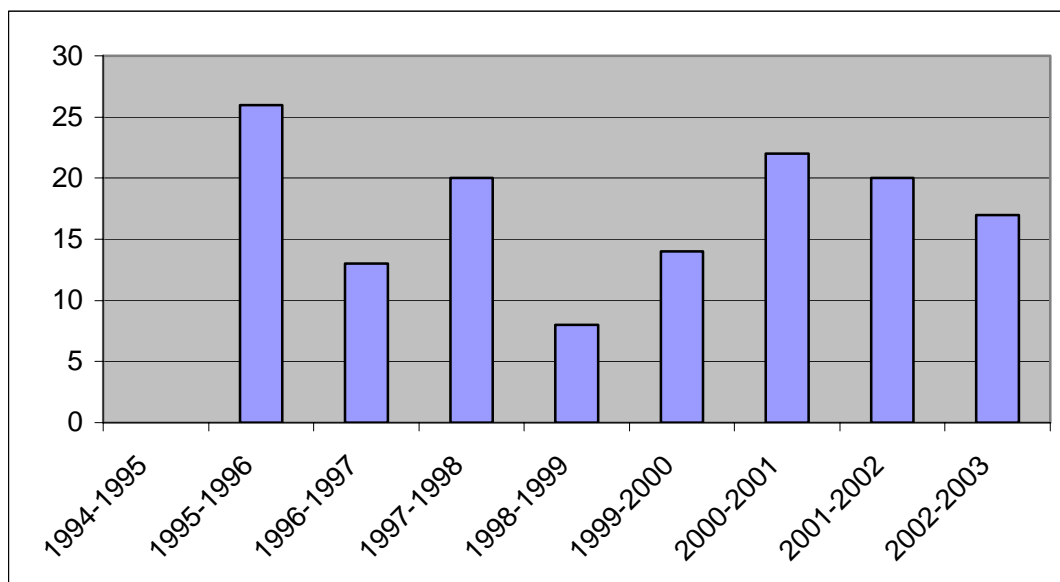
3.2.2.2.2. Nombre de broches commercialisées depuis 1994

Le tableau 14 et la figure 51 présentent l'évolution du nombre de broches expansives commercialisées depuis 1994.

Tableau 14 : Evolution du nombre de broches expansives commercialisées depuis 1994.

Campagne de vêlages	Nombre de broches commercialisées
1994-1995	0
1995-1996	26
1996-1997	13
1997-1998	20
1998-1999	8
1999-2000	14
2000-2001	22
2001-2002	20
2002-2003	17

Figure 51 : Nombre de broches commercialisées par campagne de vêlages.



Ce nombre est quasiment stable. En 1994-95, la broche était en essai chez le Dr. BELLON.

Le nombre de broches commercialisées est en moyenne de 15 par an depuis 1994. Aucune broche n'a été vendue en 1994, en effet la technique n'était pas encore au point.

3.2.3. Discussion

3.2.3.1. A propos des résultats qualitatifs

Un traitement des données individuelles de chaque veau aurait permis une étude plus exhaustive des résultats. Un recueil précis aurait permis de montrer le progrès apporté par l'absence de biseau à l'extrémité de la broche.

Les échecs proviennent parfois d'une dislocation du montage dans les 15 jours qui suivent l'intervention. Classiquement, on observe un éclatement de l'épiphyse distale et un télescopage des deux abouts. L'os spongieux ne résiste pas à la pression qu'exercent les muscles en se contractant et la diaphyse agit comme un coin qui vient s'encaster dans l'épiphyse. Cet accident explique la différence de résultats observés entre 15 jours et 1 mois après l'intervention. Il est de moins en moins fréquent depuis que le biseau de la broche a été diminué. Les essais effectués avec la broche sans biseau sont très prometteurs [9] (voir chapitre 2.1.2.).

Le cartilage de conjugaison n'est jamais touché et la croissance de l'os s'effectue normalement. Il n'a pas été observé de soudure précoce de ce cartilage. Par ailleurs, la broche est très bien tolérée, il est inutile de la retirer. Si on souhaite la retirer, il faut la retirer tôt, c'est à dire 4 à 6 semaines après l'intervention. Une incision permet de retirer la vis, une autre permet de retirer la broche à l'aide du crochet passé dans le trou situé à l'extrémité postérieure de la broche. A l'origine, l'épaulement limitateur de pénétration livré avec la broche permet de surélever la tête de la vis (il se place entre la vis et l'os), et donc de faciliter l'extraction de la vis. On pourra l'omettre, à la lueur de ces explications.

Pendant l'intervention, les difficultés les plus fréquemment rencontrées sont :

- Un alésage insuffisant de l'about proximal. Il faut idéalement forer avec une mèche de 13 mm ; ce diamètre étant difficile à trouver, on peut le faire en insistant avec la mèche de 12 mm ;
- A la sortie d'une des collatérales à travers l'about distal. Les broches sont livrées avec un écartement moyen des collatérales adapté à la majorité des cas. Il est quelque fois nécessaire de les redresser en fonction de la fracture : plus elle est haute (d'où un cheminement plus long dans l'about distal), plus il faut les redresser ; il en est de même lors de fracture en biseau, pour la ou les collatérales pénétrant en dernier dans l'about distal. Il est donc nécessaire de contrôler l'avancement de la broche par radiographie, ou mieux par radioscopie ; si les broches collatérales s'engagent mal, il faut retirer la broche et recommencer l'enclouage.

3.2.3.2. A propos des résultats quantitatifs

Le Dr. BELLON a rédigé des articles dans les revues professionnelles et donné des conférences sur la broche à effet expansif à l'occasion des journées G.T.V. (Groupements Techniques Vétérinaires) à Angers en 1995 et à Dijon en 2000.

L'augmentation du nombre de ventes se fera si la conjoncture économique de l'élevage bovin le permet. L'utilisation de la broche à effet expansif chez le poulain offrirait un bon débouché à cette invention.

3.2.3.3. Perspectives

On propose une fiche pratique de prise en charge d'un veau atteint de fracture fémorale de manière à pouvoir dresser une carte d'identité plus précise de cette affection qui est pour l'instant mal explorée. Cette fiche est présentée en annexe n°1. Sur cette fiche, on retrouve entre autres des renseignements concernant la présentation du veau à la naissance, ce qui permet de faire un rapprochement entre

la présentation du veau et la fréquence des fractures fémorales : sont-elles plus fréquentes en présentation antérieure ou postérieure ? Le rang de vêlage de la mère est également demandé, tout comme le sexe du veau. Le membre atteint doit être indiqué. Un rapprochement entre le type de matériel d'extraction forcée et l'origine de la fracture est ébauché. Tous ces renseignements visent à préciser la cause des fractures fémorales chez le veau nouveau-né, ainsi que les facteurs aggravants et déclenchants. Rappelons qu'aucune étude française n'a été menée sur ce sujet.

Par ailleurs, cette fiche attire l'attention du praticien sur le bien fondé d'une intervention en ce qu'elle comporte des questions portant sur le contexte zootechnique dans lequel se trouve le veau. Il est demandé la valeur génétique des parents, si le veau a bien reçu le colostrum au moment nécessaire, si le troupeau est vacciné contre certaines maladies d'élevage (BVD, diarrhées néonatale...). L'ensemble de ces données doit orienter le praticien, d'une part à obtenir le consentement éclairé du client, d'autre part à placer son acte dans une démarche qualité, toujours valorisante auprès du client.

Parallèlement, cette fiche recense le type de traitement mis en place, ainsi que le résultat obtenu. D'éventuelles complications seront portées à la fin de la fiche. Un tableau récapitulatif permet d'utiliser les résultats obtenus pour dresser des statistiques.

3.3. *Etude de cinq cas*

Le chapitre suivant porte sur l'étude de cinq cas cliniques de fractures fémorales, opérés par le Dr. BELLON.

3.3.1. Matériel et méthode

Il s'agit de cinq veaux atteints de fracture fémorale. Par mesure de clarté, on convient d'un nom pour chacun d'entre eux comme indiqué dans le tableau 15.

Tableau 15 : présentation des cinq cas cliniques faisant l'objet d'une étude rapprochée.

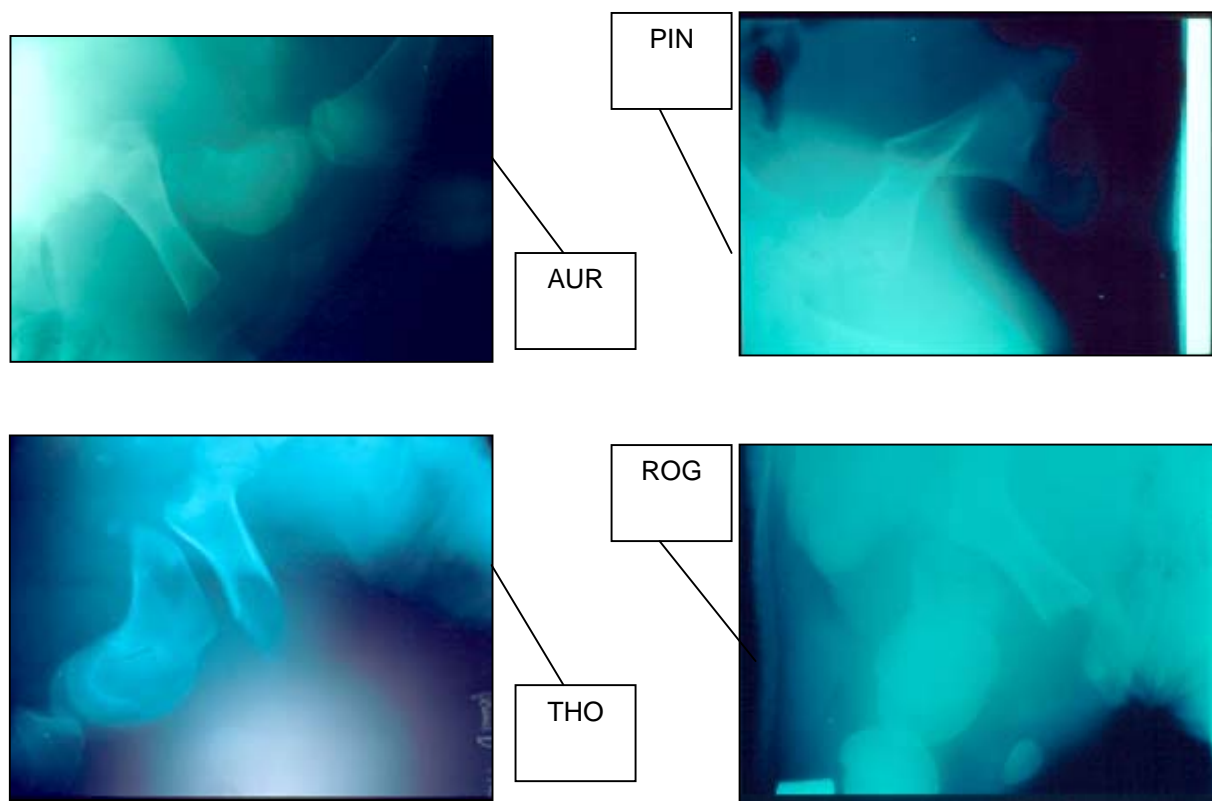
Nom	Age	Fracture
AUR	Nouveau-né	M
GAR	2 jours	MD
ROG	Nouveau-né	M
PIN	3 jours	D
THO	Nouveau-né	M

Ces cinq cas cliniques sont issus des données de 1994-95. Le recueil des données les concernant a été plus précis que pour les autres : on dispose pour ceux-là de clichés radiographiques, avant, pendant et après l'intervention chirurgicale. C'est pourquoi, on les a séparés de l'étude précédente.

L'évaluation des critères de réussite de l'intervention est la même que pour les patients précédents, l'interprétation des clichés radiographiques permet de faire un rapprochement entre les résultats cliniques obtenu et l'aspect radiographique du foyer de fracture. On ne dispose toutefois pas de toutes les radiographies de tous les patients.

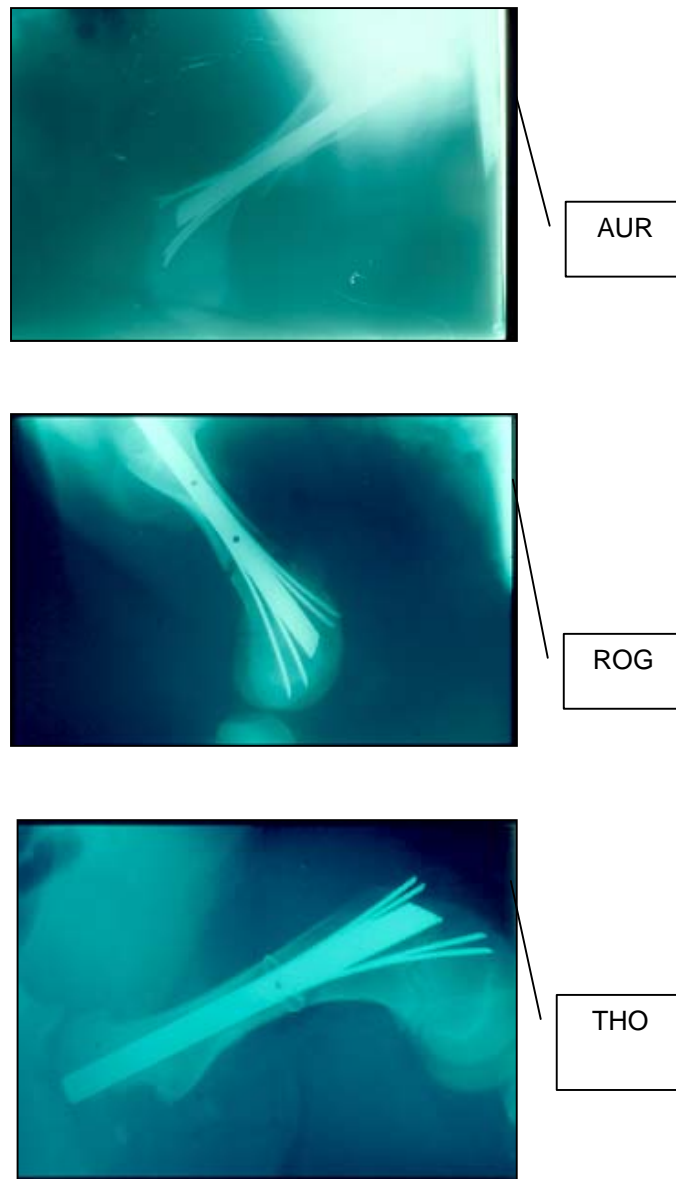
Trois veaux sur les cinq sont des veaux nouveau-nés qui présentent des fractures fémorales métaphysaires (AUR, ROG, THO). Les deux autres présentent des fractures fémorales dues à des bousculades ou à un traumatisme après vêlage. Ces fractures sont des fractures fémorales plus proximales que les fractures d'origine obstétricale, l'une est métaphyso-diaphysaire, l'autre est diaphysaire. L'aspect radiologique de quatre de ces cinq fractures est présenté sur la figure 52. Les veaux AUR et ROG présentent des fractures transverses. Le veau THO présente, lui, une fracture oblique longue, avec des abouts fracturaires très pointus. Le veau PIN est atteint d'une fracture oblique intéressant la diaphyse fémorale en son milieu. Notons qu'aucune de ces fractures n'intéresse le cartilage de croissance.

Figure 52 : Aspect radiologique de quatre des cinq fractures étudiées (photographie du Dr. BELLON).



Ces cinq fractures ont été traitées au moyen d'une broche à effet expansif. Les clichés radiographiques en post-opérateur immédiat sont présentés à la figure 53.

Figure 53 : aspects radiographiques de trois des cinq fractures après réduction. Clichés post-opératoires immédiat. (photographie du Dr. BELLON).

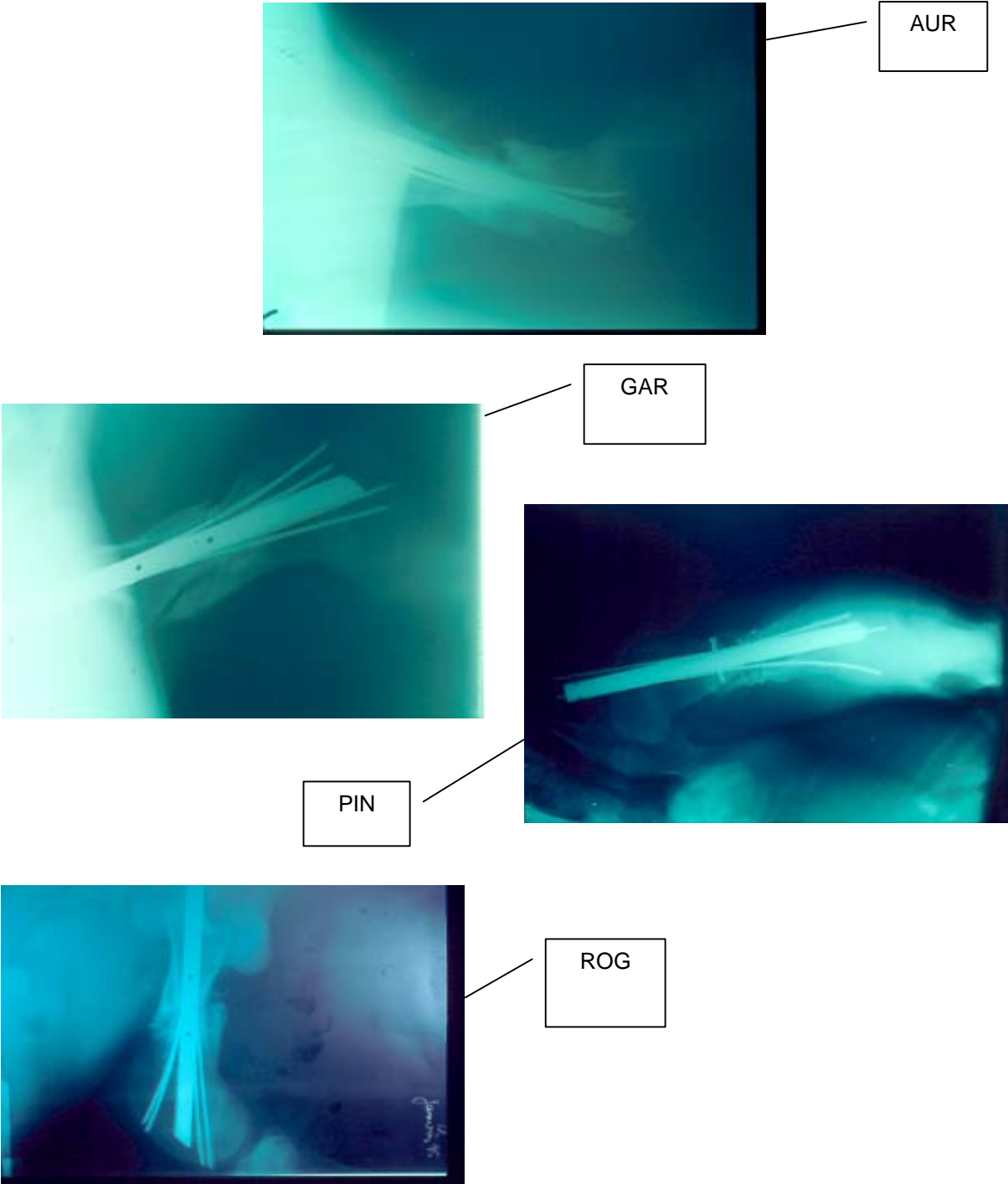


On s'intéresse à la qualité de la réduction obtenue, ainsi qu'au positionnement de la broche. Concernant le veau AUR, le positionnement de la broche est correct, les branches collatérales les plus longues sont implantées au niveau de l'épiphyse distale du fémur, en revanche on note un certain décalage des deux bouts osseux au niveau du foyer de fracture.

Ce décalage est souvent inévitable lorsque la fracture est située en région métaphysaire distale. Concernant le veau ROG, la réduction obtenue est de meilleure qualité, il persiste un espace au niveau du foyer de fracture, les abouts osseux sont cependant alignés, le positionnement de la broche par rapport au fût osseux est correcte. Concernant le veau THO, on note la présence d'un cerclage qui maintient le foyer de fracture. La réduction sur ce cliché radiologique est très bonne. La broche est positionnée en limite maximale d'enfoncement dans le fût osseux.

On étudie également l'aspect radiologique des différentes fractures environ 6 semaines après l'intervention. L'aspect radiologique du membre fracturé est présenté sur la figure 54. Le cal formé au niveau de la fracture du veau AUR est instable. Les cals formés au niveau de foyers de fractures des veaux GAR, ROG, PIN, THO sont bons.

Figure 54 : Aspect radiographique de quatre des cinq fractures environ six semaines après l'intervention (photographie du Dr. BELLON).



3.3.2. Résultats

Les résultats concernant les cinq cas cliniques étudiés sont présentés dans le tableau 16. Une synthèse de ces résultats est présentée dans le tableau 17. La représentation graphique des résultats trois mois après l'intervention est présentée à la figure 50.

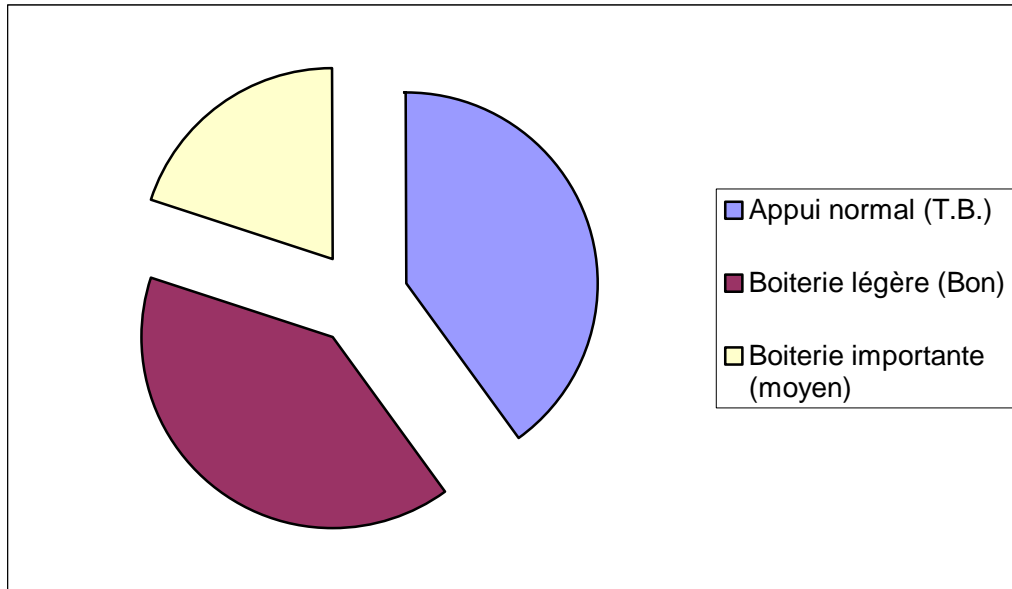
Tableau 16 : Résultats obtenus pour les cinq cas cliniques[9]. (M : métaphysaire ; D : diaphysaire ; MD : métaphyso-diaphysaire).

Nom	Appui	Cal à 6 semaines	Evaluation fonctionnelle	
			6 semaines	plus de 3 mois
AUR	5 jours	instable	moyen	moyen
GAR	2 jours	bon	très bon	très bon
ROG	4 jours	bon	bon	très bon
PIN	2 jours	bon	très bon	bon
THO	2 jours	bon	bon	bon

Tableau 17 : Synthèse des résultats obtenus pour les cinq cas étudiés.

	6 semaines		Plus de 3 mois	
	Effectif	%	Effectif	%
Appui normal (T.B.)	2	40%	2	40%
Boiterie légère (Bon)	2	40%	2	40%
Boiterie importante (moyen)	1	20%	1	20%
Pas d'appui ou mort	0	0%	0	0%
Total connu	5	100%	5	100%

Figure 55 : Résultats obtenus pour les cinq cas étudiés trois mois après l'intervention.



Pour ces cinq cas, les résultats sont bons dans 40% des cas et très bons dans 40% des cas 3 mois après l'intervention. Entre 6 semaines et 3 mois après l'intervention, le veau ROG passe d'un résultat bon à un résultat très bon, le veau PIN en revanche passe de très bon à bon. La synthèse des résultats ainsi que la figure masque cet aspect. En revanche on n'a pas de données concernant les causes éventuelles de cela.

3.3.3. Discussion

La reprise d'appui sur le membre fracturé, lorsqu'on compare les résultats obtenus et les clichés radiologiques semble corrélée à la qualité de la réduction. Les veaux GAR, PIN, THO ont retrouvé un appui sur le membre fracturé en deux jours. Le veau ROG a retrouvé l'appui en 4 jours. Quant au veau AUR, il a retrouvé l'appui en cinq jours.

La difficulté majeure de cette intervention est d'obtenir une réduction correcte de la fracture, et de plus de maintenir cette réduction correcte lors de l'impaction de la broche dans l'about osseux distal.

Les veaux présentant un fracture où le cal formé est bon, ont retrouvé une fonction locomotrice 6 semaines après l'intervention jugée bonne à très bonne. Seul le veau AUR présente encore une boiterie, avec une récupération fonctionnelle jugée moyenne.

Les résultats plus de trois mois après l'intervention diffèrent peu de ceux obtenus six semaines après l'intervention. Le veau ROG a retrouvé l'intégralité de la fonction locomotrice du membre fracturé, tout comme le veau GAR. On note un état légèrement moins satisfaisant du veau PIN, dont le résultat passe de très bon à 6 semaines à bon à trois mois. Le veau THO a une fonction locomotrice inchangée à trois mois post opération, la récupération fonctionnelle du veau AUR est moyenne à ce même moment.

Deux des cinq animaux opérés sont présentés sur la figure 56. L'aspect extérieur des membres opérés est normal. Il n'y a pas eu de fonte musculaire, seule persistent encore les marques liées à la tonte, qui disparaîtront rapidement.

Figure 56 : Aspects photographiques des animaux opérés environ 6 semaines après l'intervention (clichés du Dr. BELLON).



THO



ROG

Rappelons que l'aspect des masses musculaires est important, puisque le prix de vente de la carcasse est corrélé à l'état des quartiers arrières. C'est en effet eux qui fournissent les morceaux de viande dits nobles.

L'intervention dure en moyenne une heure, le temps de préparation de l'animal est lui d'environ un quart d'heure. A ce temps doit s'ajouter le temps passé pour effectuer les clichés radiologiques, ainsi que le coût des radios, le coût des médicaments utilisés...

Le prix du matériel implanté lors de cette intervention coûte à l'achat (2001) :

On a choisi volontairement de biaiser l'échantillon étudié car on se limite ici à une enquête descriptive qui n'a aucun intérêt à déboucher sur des données validées.

3.4.2. Résultats

La première question porte sur les systèmes de contention des fractures fémorales utilisés avant la broche à effet expansif. À cette question, trois vétérinaires sur six envisagent soit l'expectative, soit l'euthanasie. Les autres ont essayé de nombreuses techniques dont certaines figurent au chapitre 1.6.. Parmi celles-ci, on trouve : l'attelle de Thomas, les clous de Kirchner, les fixateurs externes, l'association fixateur externe-enclouage, l'association enclouage-attelle-plâtre, et même une broche « bricolée maison ». Les questionnaires qui le précisent, avouent l'échec de ces différentes techniques empiriques dans tous les cas et déplorent les résultats des techniques décrites précédemment..

La seconde question est double : il s'agit de connaître comment les confrères interrogés ont connu la broche à effet expansif et pour quelle raison ils l'ont essayée. Ce système a été connu par nos confrères de deux manières différentes : soit par relations confraternelles, essentiellement pour les clientèles voisines de celle de M. BELLON, et par le biais de la formation continue pour les autres (journées G.T.V., presse professionnelle). Les raisons de l'essai sont univoques : aucune technique ne s'était jusqu'alors avérée efficace. Un confrère nous indique qu'il pensait alors qu'un enclouage centro-médullaire verrouillé était sans doute l'issue favorable des fractures fémorales, encore fallait-il trouver le bon type d'enclouage...

La troisième question est : depuis quand utilisez-vous la broche à effet expansif ? Les réponses varient de 3 à 8 ans. Les clientèles « allaitantes » s'y intéressent depuis plus longtemps que les autres du fait d'un nombre de cas plus importants.

La quatrième question consiste à demander aux confrères s'ils utilisent toujours la broche à effet expansif. Tous répondent qu'ils l'utilisent encore, même si certains reconnaissent que les cas de fractures fémorales se font rares dans leur clientèle.

Concernant le nombre d'opérations entre 1995-2003 (question 5), les réponses sont très variables mais appellent les remarques suivantes :

- le nombre de cas est plus important en clientèle « allaitante » qu'en clientèle « laitière », comme on pouvait s'y attendre ;
- Les clientèles « allaitantes » en zone charolaise comptant entre 4 et 6 associés annoncent entre 5 et 12 cas par an ;
- Les clientèles laitières annoncent moins de un cas par an.

La variation du nombre d'interventions par an sur l'ensemble des praticiens interrogés est impossible à étudier du fait du manque de données.

La question 6 s'intéresse aux résultats obtenus par nos confrères avec la broche à effet expansif. Quatre confrères sur cinq annoncent entre 50 et 66% de réussite totale, les échecs allant de 25 à 34% environ. Parmi eux l'un obtient 50% de réussite totale, 25% de réussite avec séquelles, 25% d'échec. Il semble que ce soit les résultats les plus proches de ceux obtenus par le Dr. BELLON, et ceux qu'il faudrait atteindre. Un confrère indique qu'il convient de bien choisir les candidats à l'intervention en fonction de l'état général du veau mais aussi en fonction des capacités qu'aura le propriétaire à prodiguer les soins post-opératoires.

La question 7 vise à établir une fourchette du tarif pratiqué pour cette intervention. L'enquête montre que le tarif pratiqué par nos confrères va de 190 à 380 € h. t.. Le tarif est fonction de la clientèle, de la réussite ou de l'échec, de la quantité de médicaments prescrits, de la valeur de l'animal opéré... Un confrère indique qu'il facture le même prix que celui d'une césarienne de nuit.

Les questions 8 et 9 de l'enquête demandent le plus gros avantage et le plus gros inconvénient de la technique chirurgicale. Les avantages selon nos confrères sont :

- Une contention efficace de la fracture (3/6) ;
- L'absence de contention externe associée et donc une mobilité du veau (2/6) ;
- Peu de soins post opératoires
- Bons résultats.

Les inconvénients sont :

- Une fréquente sortie des collatérales du fût osseux lors de l'impaction dans l'about distal (4/6) ;
- Un maintien difficile de la réduction de la fracture (2/6) ;

3.4.3. Discussion

L'avis des praticiens sur l'intérêt de fixer les bases d'une technique chirurgicale permettant de traiter les fractures fémorales chez le jeune veau est encourageant. En effet, certains confrères m'ont avoué qu'ils avaient du mal à accepter de laisser un veau avec une fracture de fémur sans rien pouvoir proposer d'efficace comme traitement. D'autant que cet accident peut survenir lors d'une extraction forcée effectuée par un vétérinaire... Il faut dire, qu'avant l'existence de la broche à effet expansif, aucune technique n'a donné de résultats satisfaisants. Les résultats obtenus avec la broche à effet expansif sont largement meilleurs que ceux obtenus avec les autres techniques.

Aux confrères rencontrant le problème de la sortie des collatérales du fût osseux lors de l'impaction, le Dr. BELLON donne ces quelques conseils : Les broches sont livrées avec un écartement moyen des collatérales adapté à la majorité des cas. Il est quelque fois nécessaire de les redresser en fonction de la fracture : plus elle est haute (d'où un cheminement plus long dans l'about distal), plus il faut les redresser ; il en est de même lors de fracture en biseau, pour la ou les collatérales pénétrant en dernier dans l'about distal. Il est donc nécessaire de contrôler l'avancement de la broche à la radiographie, ou mieux à la radioscopie ; si les broches collatérales s'engagent mal, il faut retirer la broche et recommencer l'enclouage (voir chapitre 3.2.).

Pour ce qui est de la difficulté à réduire la fracture, aucun conseil ne peut être donné si ce n'est que lors de l'impaction un mouvement de contention de l'articulation fémoro-tibiale doit être faite. Dès que la réduction paraît satisfaisante, la broche est enfoncée dans l'about distal en frappant sur la poignée avec le marteau, pendant

qu'un aide exerce une contre-pression sur le grasset. Le membre est très légèrement fléchi. L'aide s'emploie à pousser l'articulation du grasset vers le haut et vers l'avant, faisant ainsi basculer vers l'arrière l'extrémité fracturée de l'about distal. La broche qui aurait alors eu tendance à s'implanter trop en avant se dirige alors selon l'axe proximal du fémur (voir 2.2.4.).

Concernant une tarification correspondant au prix d'une césarienne de nuit, ce tarif me paraît judicieux dans la mesure où la césarienne aurait certainement permis d'éviter cet accident... Une chose est sûre, ces tarifs sont tout à fait sous évalués et le travail est économiquement proche de la perte pour ce qui est de l'intervention. Gardons en mémoire qu'il aura le mérite de fidéliser la clientèle, d'améliorer la réputation, et parfois de réparer un aléas professionnel... Le gain ainsi réalisé est en revanche inestimable.

Une application possible de la broche à effet expansif pourrait être la réparation des fractures du fémur chez le poulain. Toutefois, cet axe n'a pas encore été exploré.

Conclusion

Les fractures du fémur chez les veaux nouveau-nés sont de fréquence moyenne, et ont deux causes principales : une manœuvre obstétricale mal conduite ou trop violente, un traumatisme post partum. Les fractures fémorales d'origine obstétricale intéressent essentiellement la diaphyse, la métaphyse ou l'épiphyse fémorale. Aux contraintes liées à l'âge du veau, vient s'ajouter une anatomie du fémur du veau très particulière, qui pose un problème majeur en cas de fracture. En effet, la corticale très mince, les massifs musculaires volumineux, l'important déplacement des abouts fracturés posent des problèmes biomécaniques complexes.

Face à ces contraintes d'ordre chirurgical viennent s'ajouter des contraintes économiques essentielles et des contraintes d'ordre zootechnique évidentes. Toute tentative de réparation de fracture fémorale du jeune veau doit répondre aux critères suivants : efficacité, simplicité de mise en œuvre, faible coût.

La broche à effet expansif, brevetée par le Dr. Jacques BELLON, répond à ces critères et s'avère un bon compromis face à d'autres techniques chirurgicales ou médicales soit moins efficaces, soit moins faciles à mettre en œuvre, soit d'un coût prohibitif. Le Dr. BELLON obtient un bon résultat, c'est à dire une reprise fonctionnelle du membre fracturé 8 mois après intervention, dans 70 % des cas, comme le montre notre étude descriptive. Ces résultats issus d'une centaine d'interventions chirurgicales (103), mériteraient d'être confirmés par une étude expérimentale.

Cette étude pourrait intéresser des veaux mais également des poulains, dont les fractures fémorales sont également un challenge thérapeutique.

BIBLIOGRAPHIE

1. ASHWORTH C., BOERO M., BAKER G. et al. : *Repair of distal femoral fractures in calves using a 90° blade plate*. In : Scientific meeting abstracts- American College of Veterinary Surgeons (A.C.V.S.), 1990, 56.
2. AUTEFAGE A.: *La consolidation des fractures*. CES de traumatologie ostéo-articulaire et orthopédie animale, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse 1992, 8-13.
3. BARON M. : *L'enclouage centro-médullaire des fractures diaphysaires du jeune en croissance*. Prat. méd. Chir. de l'animal de compagnie, 26, n°3, 1991, 203-209.
4. BARONE R. : *Anatomie comparée des mammifères domestiques*. Tome 1. Ostéologie. 3^{ème} ed. revue et mise à jour : Vigot (1986), 664-665.
5. BARONE R. : *Anatomie comparée des mammifères domestiques*. Tome 2. Arthrologie et myologie. 3^{ème} ed. : Vigot (1989), 846, 864-870.
6. BAUDOUX M., MILITON A. : *Contribution à l'étude du traitement des fractures fémorales distales chez le veau nouveau-né par une attelle de Thomas modifiée*. Thèse Med. Vet., Alfort, 1993, n°6, 92p.
7. BELLON J. : *Enclouage centro-médullaire : concept de broches à effet expansif Application aux fractures du fémur chez le veau*. Le Point vétérinaire, vol. 27, n°173, février 1996, 955-961.
8. BELLON J. : *Les fractures du fémur des bovins*. Bull G.T.V., 1998, n°1-B., 101-108.

9. BELLON J. : *Traitement des fractures du fémur par enclouage centro-médullaire* Le Point Vétérinaire, vol. 32, numéro spécial « chirurgie des bovins et des petits ruminants », tome 2, 2001, 87-92.
10. BOHY A. : *Protocole d'anesthésie générale fixe du veau*. Le Point vétérinaire, vol. 31, numéro spécial « chirurgie bovine », tome 1, 2000, 653-656.
11. BOHY A. : *Anesthésie générale du veau*. Enseignement post-universitaire, troisième cycle court. Chirurgie bovine. Polycopié Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2001, 80.
12. BRINKER W.O., PIERMATTEI D.L., FLO G.L. : *Manuel d'orthopédie et de traitement des fractures des petits animaux*. Ed. Point Vét., 2^{ème} Ed., 1994, 560 p..
13. CABASSU J.P., GERVAIS P., IVANOFF S. : *Fractures épiphysaires*. Prat. méd. Chir. de l'animal de compagnie, 26, n°3, 1991, 245-251.
14. CHATRE J. L., CHATRE A., CHAVAND J.P., JOUANNIN R., SOLLOGOUB C. : *Réduction et contention des fractures chez le veau*. Le Point Vétérinaire, 1979, 8, 1^{ère} partie, n°39, 33-37.
15. CHATRE J. L., CHATRE A., CHAVAND, JOUANIN, SOLLOGOUB : *Réduction et contention des fractures chez le veau*. Le Point Vétérinaire, 1979, 8, 2^{ème} partie, n°39, 29-34.
16. CHATRE J. L. : *Principes généraux du traitement chirurgical des fractures des membres chez le veau*. Le Point Vétérinaire, vol. 32, numéro spécial « chirurgie des bovins et des petits ruminants », tome 2, 2001, 81-86.
17. CRAWFORD W. H., FRETZ P. B. : *Long bone fractures in large animals. A retrospective study*. Vet. Surg., 14, 4, 1985, 295-302.

18. DELAGARDE J. : *Chirurgie orthopédique en clientèle bovine*. Enseignement post-universitaire, troisième cycle court. Chirurgie bovine. Polycopié Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2001, 130-148.
19. DESROCHER A., CUVELLIEZ S., TRONCY E. : *l'anesthésie épidurale caudale chez les Bovins*. Le Point vétérinaire, vol. 30, n°201, 1999.
20. DRAPE J. : « *L'ostéosynthèse d'adaptation* » : *adaptation au fémur distal*. Prat. méd. Chir. De l'animal de compagnie, 26, n°3, 1991, 253-261.
21. FERGUSON J. G. : *Management and repair of bovine fractures*. Cont. Ed., Vol. 4, n° 3, Mar. 1982, S128-S135.
22. FERGUSON G. J. : *Principles and application of internal fixation in cattle*. Vet. Clin. North Am. : Food animal pract., Vol. 1, n°1, 1985.
23. FERGUSON G. J. : *Special consideration in bovine orthopedics and lameness*. Vet. Clin. North Am. : Food animal pract., Vol. 1, n°1, 1985.
24. FERGUSON J. G., DEGHANI S., PETRALI E. H. : *Fractures of the femur in newborn calves*. Can. Vet. J., vol. 31, avril 1990, 289-291.
25. GUERILLON J.-Y. : *Les fixateurs externes dans le traitement des fractures des membres chez le veau*. Thèse Med. Vet., Toulouse, 1983, n°85, 77p.
26. HANCE S. R., BRAMLAGE L. R., SCHNEIDER R. K., EMBERTSON R. M. : *Retrospective study of 38 cases of femur fractures in horses less than one year of age*. Equine Vet. J., vol 24(5), 1992, 357-363.
27. HULL B. L., KOENIG G. J., MONKE D. R. : *Treatment of slipped capital femoral epiphysis in cattle : 11 cases (1974-1988)*. J.A.V.M.A., Vol. 197, n°11, Déc. 1990, 1509-1512.

28. KENT AMES N. : *Comparison of methods for femoral fracture repair in young calves*. J.A.V.M.A., vol. 179, n°5, sept. 1981, 458-459.
29. KIRKER-HEAD C. A., FACKELMAN G. E. : *Use of the cobra head bone plate for distal long bone fractures in large animals. A report on four cases*. Vet. Surg., 18, 3, 1989, 227-234.
30. KIRPENSTEIJN J., ROUSH J. K., ST-JEAN G. et al. : *Holding power of orthopaedic screw in femora of young calves*. V.C.O.T. 1993 ; 6 : 16-20.
31. LOUIS F. : *Utilisation des fixateurs externes de type jam dans le traitement des fractures de l'os canon chez le veau. Contribution à l'étude du cartilage de conjugaison des canons*. Thèse Med. Vet., Alfort, 1998, n°6, 77p.
32. MOISSONNIER P. : *Les fractures chez les bovins : vers une application judicieuse des différents traitements*. Enseignement post-universitaire, troisième cycle court. Chirurgie bovine. Polycopié Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, 2001, 179 p., p. 149-160.
33. PALMER R. H., ARON D. N., PURINTON P. T. : *Relationship of femoral intramedullary pins to the sciatic nerve and gluteal muscles after retrograde and normograde insertion*. Vet. Surg., 17, 2, 1988, 65-70.
34. SAINT-JEAN G., DEBOWES R.M., HULL B.L. et al. : *Intramedullary pinning of femoral diaphyseal fractures in neonatal calves : 12 cases (1980-1990)*. J.A.V.M.A., vol. 200, n°9, may 1, 1992, 1372-1376.
35. SAINT-JEAN G., DEBOWES R. M., RASHMIR A. M. et al. : *Repair of a diaphyseal femoral fracture in a calf, using intramedullary pinning, cerclage wiring, and external fixation*. J.A.V.M.A., vol. 200, n°11, june 1, 1992, 1701-1703.
36. SETEYD D. : *L'anesthésie générale des Bovins*. Le Point vétérinaire, vol. 31, numéro spécial « chirurgie bovine », 2000, 645-651.

37. TAYON B. : *consolidation osseuse*. Encyclopédie médico-chirurgicale. Appareil locomoteur. Paris 1980, 14031 A²⁰.
38. TROSTEL S. S., WILSON D. G., DUELAND R. T. et al. : *In vitro biomechanical comparison of solid and tubular interlocking nails in neonatal bovine femurs*. Vet. Surg., 24, 235-243, 1995.
39. TULLENERS E. P. : *Management of bovine orthopedic problems. Part 1. Fractures*. Cont. Ed., vol. 8, n°2, Fév. 1986, S69-S79.
40. TULLENERS E. P., NUNAMAKER D. M., RICHARDSON D. W. : *Coxofemoral luxation in cattle : 22 cases (1980-1985)*. J.A.V.M.A., vol.191, n°5, Sept. 1987, 569-574.

ANNEXES

**Annexe 1 : Fiche de prise en charge d'un veau atteint de fracture
fémorale
PRISE EN CHARGE D'UN VEAU ATTEINT DE FRACTURE
FÉMORALE**

Nom du propriétaire :

Adresse :

Numéro de téléphone :

Production :

Nombre de vêlages par an :

Vétérinaire traitant :

Commémoratifs

- Age du veau :
- Race du veau (mère x père) :
- Poids du veau à la naissance :
- Membre atteint : D G
- Origine de la fracture : obstétricale traumatique
- Si l'origine est obstétricale :
 - Matériel d'extraction forcée utilisé :
 - Palan
 - Vêlease, modèle :
 - Autre :
 - Présentation du veau :
 - Antérieure
 - Postérieure
- Rang de vêlage de la mère :
- Valeur génétique des parents :
- Prise colostrale du veau à la naissance :
- Statut vaccinal du troupeau :
- Type de bâtiment d'élevage :

Annexe 1 (suite)

Diagnostic

1. Clinique

- Boiterie :

- Avec appui
- Sans appui

- Fracture :

- Ouverte
- Fermée

- Etat général du veau :

■ Température :

■ Posture :

- Debout
- A terre

■ Autre affection :

2. Radiologique

- Localisation de la fracture :

- Type de fracture :

- Si le cartilage de croissance est atteint :

- Salter 1
- Salter 2

Traitement par broche à effet expansif

- Matériel utilisé :

■ Taille de la broche utilisé :

■ Nombre de vis de verrouillage utilisées :

- Protocole anesthésique utilisé :

Annexe 1 (suite)

- Durée de l'intervention :
- Compte-rendu de l'examen radiologique post opératoire :

- Traitement médical post-opératoire :

- Pronostic post-opératoire :

Résultat

1. Clinique :

- Reprise d'appui :
- Evolution de la boiterie :
- Aspect des masses musculaires :

2. Radiologique :

- Radio à 15j :

- Radio à 3 mois :

Complications éventuelles :

- Nature de la complication :

Annexe 1 (suite)

- Date d'apparition :
- Solution proposée :

- Résultat définitif :

Une synthèse des résultats est présentée sur le tableau suivant :

Annexe 1 (suite)

									Récupération fonctionnelle		Suivi radiologique				Praticien :	
N°	Race	Age	Poids	Conformation 1	Fracture 2	Broche utilisée 3	Stabilité post-opératoire 4	Date d'appui du membre	6 semaines 5	3 mois 6	Forme du cal		Qualité du cal		Date :	
											Angulation 7	Télescopage 8	Homogénéité 9	Densité 10		
Résultats-complications-observations																

1/ M : moyenne ; O : osseuse ; V : viande ; C : culard
 2/ M : métaphysaire ; D : diaphysaire ; SH1 : Salter-Harris I ; SH2 : Salter-Harris II
 3/ P : petite ; M : moyenne ; G : grande
 4/ B : bonne ; M : moyenne ; I : insuffisante
 5/ B : bonne ; M : moyenne ; I : insuffisante
 6/ B : bonne ; M : moyenne ; I : insuffisante
 7/ O : oui ; N : non
 8/ O : oui ; N : non
 9/ B : bonne ; M : moyenne ; I : insuffisante
 10/ =os ; <os ; >os

Annexe 2 : lettre et questionnaire envoyés aux confrères

William FROUX
75, avenue Simon Bolivar
75019 PARIS
tél. : 0615224202
fax : 0142390837

Paris,
Le 08 octobre 2003.

Cher confrère,

Je réalise actuellement une thèse d'exercice vétérinaire portant sur la broche à effet expansif mise au point par le Dr. Jacques BELLON (58300 DECIZE). Ce dernier m'a transmis vos coordonnées, afin que je puisse recueillir votre avis sur cet implant et son efficacité dans la réparation des fractures fémorales du jeune veau. Je vous demande de bien vouloir répondre à ces questions, les réponses que vous donnerez figureront sur ma thèse de manière anonyme. Une fois le travail terminé je vous en ferai parvenir un exemplaire. Le questionnaire une fois complété pourra être faxé au 01-42-39-08-37.

Dans l'attente d'une réponse rapide, je vous prie d'agréer mes plus confraternelles salutations.

William FROUX

Annexe 2 (suite)

1/ Avant d'utiliser la broche à effet expansif pour traiter les fractures fémorales du veau, quel système de contention utilisiez-vous ?

2/ Pour quelle raison avez vous essayé cette broche, comment l'avez-vous connue ?

3/ Depuis quand l'utilisez-vous ?

4/ Continuez-vous toujours à l'utiliser ?

5/ Combien de veaux avez vous opérés ces dernières années (1995-2003) ?

6/ Quels résultats obtenez-vous ? En êtes-vous satisfaits?

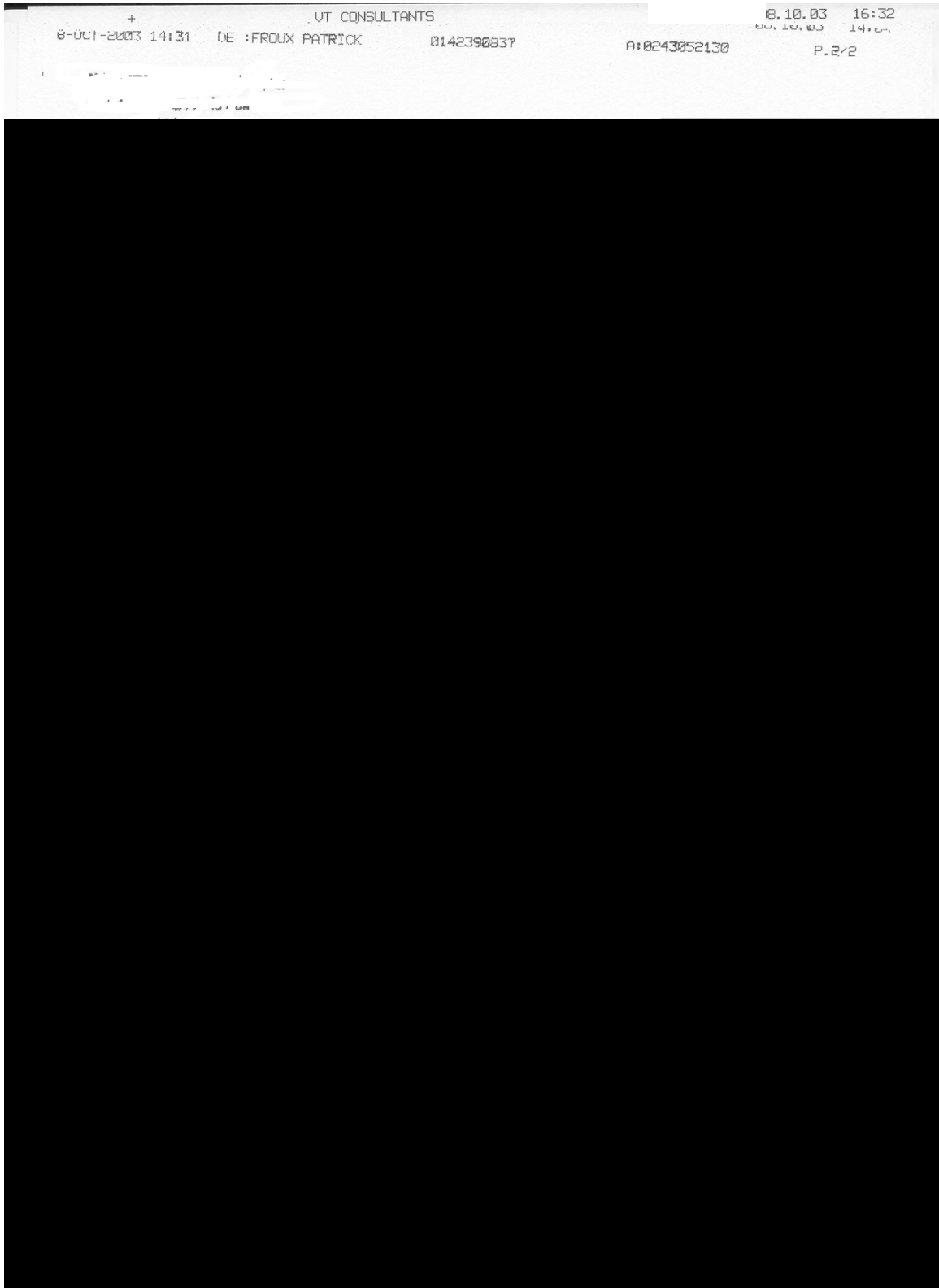
7/ Quel prix facturez vous aux éleveurs pour cette intervention ?

8/ Quel est selon vous le plus gros avantage de cette technique ?

9/ Quel est selon vous le plus gros inconvénient de cette technique ?

A faxer au 01-42-39-08-37. Merci par avance.

Annexe 3 : réponses des confrères au questionnaire




Annexe 3 (suite)

08/10 03

001

1/ Avant d'utiliser la broche à effet expansif pour traiter les fractures fémorales du veau, quel système de contention utilisiez-vous ?

Essais multiples :
Céram de Kirchner -
broches fabrication japonaise 
fixateurs externes -

2/ Pour quelle raison avez-vous essayé cette broche, comment l'avez-vous connue ?

Par Jochy. Bellon lui-même -

3/ Depuis quand l'utilisez-vous ?

le début, 86-87-??

4/ Continuez-vous toujours à l'utiliser ?

oui -

5/ Combien de veaux avez-vous opérés ces dernières années (1995-2003) ?

une moyenne de 5 à 10 par an -
(11 en 2001 ~~12~~ -)
5 en 2002 -

6/ Quels résultats obtenez-vous ? Êtes-vous satisfaits ?

Se satisfaisant et peut-être un veau non cardiaque
- l'absence de la chimio
osseuse -

d'apporter les soins voulus au veau et ne le remettre pas en "stabilité" tout de suite -

7/ Quel prix facturez-vous aux éleveurs pour cette intervention ?

190 € H.T.

8/ Quel est selon vous le plus gros avantage de cette technique ?

- cicatrice fine, peu de pansements comme
fixateurs externes
- veau autonome -

9/ Quel est selon vous le plus gros inconvénient de cette technique ?

- ils tiennent à l'âge du veau -
ou non et fragile -

Je recherche les radios et documents anciens -

A faxer au 01-42-39-08-37. Merci par avance.

Page 2 sur 2

Annexe 3 (suite)

1/ Avant d'utiliser la broche à effet expansif pour traiter les fractures fémorales du veau, quel système de contention utilisiez-vous ?

mais d'enclavages auto-médullaire dansques ou expectative.

2/ Pour quelle raison avez vous essayé cette broche, comment l'avez-vous connue ?

M^r Bellou est un "voisin" de clientèle.

3/ Depuis quand l'utilisez-vous ?

1998.

4/ Continuez-vous toujours à l'utiliser ?

OUI

5/ Combien de veaux avez vous opérés ces dernières années (1995-2003) ?

4 par an.

6/ Quels résultats obtenez-vous ? En êtes-vous satisfaits ?

50% réussite totale
25% avec séquelles (boiterie)
25% d'échec.

7/ Quel prix facturez vous aux éleveurs pour cette intervention ?

1800 francs HT.

8/ Quel est selon vous le plus gros avantage de cette technique ?

C'est la seule qui fonctionne !

9/ Quel est selon vous le plus gros inconvénient de cette technique ?

la réduction est parfois très difficile, et il arrive que les collatéraux sortent de l'about distal au moment de l'enfoncement du clou.

Annexe 3 (suite)

1/ Avant d'utiliser la broche à effet expansif pour traiter les fractures fémorales du veau, quel système de contention utilisez-vous ? A ce di'abord essayé des dispositifs externes, un ou deux par exemple : attelle de Thomas modifiée \Rightarrow échec dans tous les cas.
Puis :
• en cas de fractures simples \pm complètes par attelle plâtrée ou en résine
 \Rightarrow 1 résultat sur 2, au prix de beaucoup de soins.
• en cas de "tic-ou" (avec fissures en plus) \Rightarrow échec 2/2.

qui de deux semaines consécutives a priori un progrès.

3/ Depuis quand l'utilisez-vous ?

1998

4/ Continuez-vous toujours à l'utiliser ?

Je n'ai pratiquement plus de chirurgie externe. Une seule intervention en 2003 = échec en op. ouverte (6-ème) + réaction nerveuse.

Annexe 3 (suite)

1/ Avant d'utiliser le broche à effet expansif pour traiter les fractures témorales du veau, quel système de contention utilisez-vous ?

Aucun

2/ Pour quelle raison avez-vous essayé cette broche, comment l'avez-vous connue ?

Des collègues, à ce jour plus dans les publications sur les fractures.

3/ Depuis quand l'utilisez-vous ?

2 ans

4/ Continuez-vous toujours à l'utiliser ?

OUI

5/ Combien de veaux avez-vous opérés ces dernières années (1995-2003) ?

environ 4

6/ Quels résultats obtenez-vous ? En êtes-vous satisfaits ?

OUI par faire mieux !

7/ Quel prix facturez-vous aux éleveurs pour cette intervention ?

2 2hs

8/ Quel est selon vous le plus gros avantage de cette technique ?

Ce sont les "petites broches" qui évitent la rotation.

9/ Quel est selon vous le plus gros inconvénient de cette technique ?

1/ difficile pénétrer la broche devant l'os proximal

2/ mettre en place des "petites broches" lorsque la fracture est en 3 osseaux.

Annexe 3 (suite)

Avant d'utiliser la broche à effet expansif pour traiter les fractures fémorales du veau, quel effet expansif pour traiter les fractures fémorales du veau, quel - vous ?

Atelle "à calée" → toujours renfort
 Enclavage centromédullaire → 2 broches

Pour quelle raison avez-vous essayé cette broche, comment l'avez-vous connue ?

Revue technique - je ne me souviens plus de celle-ci.
 Conférence sur formation

Depuis quand l'utilisez-vous ? 4 à 5 ans (demande à bouvier !)

Continuez-vous toujours à l'utiliser ? Oui mais les occasions sont peu fréquentes

Combien de veaux avez-vous opérés ces dernières années (1993-2003) ? 4 de la clinique
 3 à titre individuel - par famille mais a été suivie (B. de la clinique)
 le quel → destination Brabant de 30kg, 60kg
 le quel → 17 ans 6 mois → parfait

Quels résultats obtenez-vous ? En êtes-vous satisfaits ?
 Oui mais je préfère ou adapte un peu la technique
 la fracture tout au niveau du fémur distal et os.
 Du "cousu" (cousu) du "désordre" 2 des 4 broches latérales ...

Quel prix facturez-vous aux éleveurs pour cette intervention ?
 Variable → avant le client de 1500 à 2200 Fcs
 notre temps de 220 à 330 Fcs
 la remonte pendant

Quel est selon vous le plus gros avantage de cette technique ?
 les broches latérales qui évitent les rotations du fémur

Quel est selon vous le plus gros inconvénient de cette technique ?
 les broches latérales qui ne pouvaient pas être
 utilisées de fait distal ... (c'est probablement
 un problème technique lié au faible nombre de ces
 types

Tel au 01-42-39-08-17, merci d'avance. Page 2 sur 2