



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints> ID : 6259

To cite this version :

Favreau, Hadrien. *Comparaison de deux techniques d'anesthésie locorégionale chez la brebis à l'aide d'un filament de von Frey électronique*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2012, 87 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

ANNEE 2012 THESE : 2012 – TOU 3 – 40 34

COMPARAISON DE DEUX TECHNIQUES D'ANESTHESIE LOCOREGIONALE CHEZ LA BREBIS A L'AIDE D'UN FILAMENT DE VON FREY ELECTRONIQUE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

FAVREAU Hadrien, Sébastien

Né le 17 avril 1987 à Melun (77)

Directeur de thèse : M. le Docteur Xavier NOUVEL

JURY

PRESIDENT :

M. Christian VIRENQUE

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

M. Xavier NOUVEL

M. Giovanni MOGICATO

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

M. Patrick VERWAERDE

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : M. A. MILON

Directeurs honoraires M. G. VAN HAVERBEKE.
M. P. DESNOYERS

Professeurs honoraires :

M. L. FALIU	M. J. CHANTAL	M. BODIN ROZAT DE MENDRES NEGRE
M. C. LABIE	M. JF. GUELFY	M. DORCHIES
M. C. PAVAU	M. EECKHOUTTE	
M. F. LESCURE	M. D.GRIESS	
M. A. RICO	M. CABANIE	
M. A. CAZIEUX	M. DARRE	
Mme V. BURGAT	M. HENROTEAUX	

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1° CLASSE

M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 2° CLASSE

Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*
M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*

Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*

M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*

M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*

Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*

Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*

M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*

Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*

M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*

Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*

Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*

M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*

Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*

Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*

Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*

M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*

M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*

M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*

M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*

Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*

M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*

M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*

Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*

M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*

M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*

M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*

M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*

Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*

M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*

M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*

Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

Mme **PRIYENKO Nathalie**, *Alimentation*

Mme **TROGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*

M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*

M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS

M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*

M. **DASTE Thomas**, *Urgences-soins intensifs*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*

M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie*

Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*

Mlle **PASTOR Mélanie**, *Médecine Interne*

M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*

Mlle **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*

M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

REMERCIEMENTS

A notre jury de thèse :

A Monsieur le Professeur Christian VIRENQUE

Professeur des Universités

Praticien hospitalier

Anesthésiologie

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux

A Monsieur le Docteur Xavier NOUVEL

Maître de conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie de la reproduction

Qui nous a fait l'honneur et le plaisir d'accepter la direction de cette thèse.

Pour son investissement dans l'élaboration et la réalisation de ce travail.

Sincères remerciements

A Monsieur le Docteur Giovanni MOGICATO

Maître de conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anatomie, Imagerie Médicale

Pour son aide au cours de ce travail et pour avoir accepté d'être l'assesseur de notre thèse.

Sincère reconnaissance

A Monsieur le Docteur Patrick VERWAERDE

Maître de conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Anesthésie, Réanimation

Pour son aide dans l'élaboration de ce travail.

Hommages respectueux

Remerciements exceptionnels

A Monsieur Faouzi LYAZRHI

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Statistiques biologiques et mathématiques

Pour son aide dans la réalisation des analyses statistiques de cette étude.

Sincères remerciements

A mes parents, pour leur amour et leur soutien sans faille, merci de m'avoir aidé à concrétiser mon rêve.

A Léa, mon amour, merci d'être à mes côtés tous les jours depuis plus de 4 ans et j'espère pour encore longtemps malgré mon caractère de pêcheur chiant.

A ma sœur Lucile et mon frère Quentin, malgré toutes nos différences, vous comptez beaucoup pour moi.

A mes grands-parents et toute ma famille.

A mes potes de Bordeaux : Marco, Marsou, Djé, Jun, The White, Carlo, Cristou : restez comme vous êtes, je vous aime FORRR !

Aux potes de prépa, Papa Cyrille, Greg et Raph ainsi que tous ceux que j'ai perdus de vue, pour leur sagacité en ce temps difficiles.

A Gros Mathieu, Flo, Jacquouille, Escort Ju', Sophie, Marion, Alex : pour tous ces bons moments partagés durant ces 5 années d'école.

A mon trinôme de A5, Stouf et Francou, pour les bons et moins bons moments vécus cette année : merci d'avoir toujours gardé la pêche.

A tous les membres du Club Pêche et plus particulièrement Lourd et F-X pour avoir participé à cette grande imposture : écumé les bords du Touch, bu des vodka-moule, mangé des truites, chanté « Les sardines »...

A mes Docs et notamment Mumuss, JSV, Chaton, Moche, Lourde, Daste... pour m'avoir fait aimer cette école.

A tous mes Poulots : Geoffrey et Doidy pour les matches de l'OM ; Malec, Morau et Marie pour la pêche ; Dugland et Bébert pour l'irresponsabilité du bar.

A Colette et Lulu, les âmes du Cercle, pour le café, les zinzins et les potins de boom.

A tous les véto qui m'ont accepté et supporté en stage pour m'avoir transmis leur passion et leur savoir-faire.

A tous ceux que je n'ai pas cités mais qui n'en sont pas moins importants.

Et enfin, à Ramy, parfois adoré parfois détesté mais toujours présent et rempli d'affection.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	4
1. INTRODUCTION	11
1.1. Les techniques d'anesthésie locorégionale chez la brebis.....	11
1.1.1. Bases pharmacologiques : les anesthésiques locorégionaux.....	11
1.1.3. Comparaison des différentes méthodes d'anesthésie locorégionale	28
1.2. Les moyens d'évaluer la douleur chez les Ruminants.....	28
1.2.1. Introduction et définitions	28
1.2.2. Fréquences cardiaque et respiratoire.....	30
1.2.3. Marqueurs biochimiques.....	31
1.2.4. Modifications comportementales et changement de posture	32
1.2.5. Echelles visuelles et grilles d'évaluation de la douleur	32
1.2.6. Electroencéphalogramme.....	34
1.2.7. Température oculaire	35
1.3. Les différents stimuli utilisables en expérimentation animale	35
1.3.1. Stimulation thermique.....	36
1.3.2. Stimulation chimique.....	37
1.3.3. Stimulation électrique.....	37
1.3.4. Stimulation mécanique.....	37
1.3.5. Filament de Von Frey.....	38
2. MATERIEL ET METHODES	43
2.1. Animaux	43
2.1.1. Caractéristiques (race, conditions de vie, provenance, alimentation).....	43
2.1.2. Critères d'inclusion et d'exclusion	43
2.2. Réalisation des expériences	44
2.2.1. Utilisation du filament de von Frey électronique.....	44
2.2.2. Réalisation des techniques anesthésiques	45
2.2.3. Conditions expérimentales	47
2.2.4. Déroulement des mesures	48
3. RESULTATS.....	51
3.1. Validation du filament de von Frey comme outil d'évaluation de la douleur.....	51
3.1.1. Non-invasivité.....	51
3.1.2. Spécificité de la réponse	51
3.1.3. Force nécessaire à l'obtention d'une réponse au centre de la grille avant toute anesthésie.....	51
3.2. Comparaison de deux techniques d'anesthésie locorégionale du flanc.....	57
3.2.1. Durée de réalisation des techniques	57
3.2.2. Apparition de l'anesthésie.....	57
3.2.3. Evaluation de la surface anesthésiée	59
3.2.4. Durée d'anesthésie	63
3.2.5. Relation entre l'historique médical et le niveau de sensibilité de la brebis :	65

4. DISCUSSION.....	67
4.1. Limites de l'expérimentation.....	67
4.2. Validation du filament de von Frey.....	67
4.3. Différences entre les deux techniques.....	69
4.3.1. Différence de durée de réalisation.....	69
4.3.2. Différence de délai d'apparition.....	69
4.3.3. Différence de mise en place de l'anesthésie.....	70
4.3.4. Différence de durée d'anesthésie.....	71
4.4. Mauvaise anesthésie de la colonne A : hypothèses.....	73
4.5. Répétabilité des expériences.....	74
4.6. Applications pratiques.....	75
4.6.1. Recommandations en termes d'anesthésie des petits ruminants.....	75
4.6.2. Intérêt du filament de von Frey en pratique vétérinaire courante.....	75
REFERENCES.....	79
ANNEXE.....	85

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : structure chimique des anesthésiques locaux (33).....	12
Figure 2: structure chimique de la procaïne (32)	14
Figure 3 : structure chimique de la lidocaïne (32)	15
Figure 4: structure chimique de la mépivacaïne (32).....	16
Figure 5 : structure chimique de la bupivacaïne (32).....	17
Figure 6 : structure chimique de l'étidocaïne (32)	17
Figure 7 : structure chimique de la ropivacaïne (32)	18
Figure 8 : structure chimique de la tétracaïne (32).....	18
Figure 9 : représentation schématique des voies de la douleur (d'après 28).....	21
Figure 10 : innervation du flanc gauche par les nerfs lombaires (d'après 5).....	22
Figure 11 : planche schématique d'un nerf lombaire (d'après 3)	23
Figure 12 : nerfs bloqués lors d'anesthésie paravertébrale, vue dorsale (d'après 5).....	24
Figure 13 : zones insensibilisées lors d'anesthésie paravertébrale (tiré de 38).....	26
Figure 14 : zone d'injection d'anesthésique lors de « L inversé » (tiré de 38)	27
Figure 15 : échelle visuelle analogique (tiré de 8)	33
Figure 16 : représentation schématique de la grille de mesures (d'après 5)	45
Figure 17 : sites d'injections lors d'anesthésie en Linversé.....	46
Figure 18 : brebis avant réalisation des mesures.....	47
Figure 19 : séquence des mesures sur la grille	49
Figure 20 : répartition des forces nécessaires à l'obtention d'une réponse au centre de la grille avant toute anesthésie.....	52
Figure 21 : relation graphique entre la force nécessaire à T0 et le délai par rapport à la césarienne.....	53
Figure 22 : évolution au cours du temps de la force nécessaire à réaction hors de toute anesthésie	55
Figure 23 : évolution de la force nécessaire à l'obtention d'une réaction au cours de la séquence de mesures à T0, T30 et T60	56
Figure 24 : évolution de la force nécessaire à l'obtention d'une réaction lors de l'installation d'une anesthésie paravertébrale.....	58
Figure 25 : évolution de la force nécessaire à l'obtention d'une réaction lors de l'installation d'une anesthésie en « L inversé ».....	58
Figure 26 : force médiane nécessaire à l'obtention d'une réaction, selon les techniques anesthésiques et au cours du temps avec des seuils de 2500 et 1100 grammes.....	60
Figure 27 : force médiane nécessaire à l'obtention d'une réaction, selon les techniques anesthésiques et au cours du temps avec des seuils de 2000 et 1100 grammes.....	61
Figure 28 : représentation schématique de la grille de mesures et des structures nerveuses impliquées (d'après 5).....	61
Figure 29 : représentation schématique de l'innervation et de la vascularisation du flanc, coupe transversale. (d'après 15).....	72

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : résumé des caractéristiques des principaux anesthésiques locaux.....	19
Tableau 2 : caractéristiques des animaux ayant participé à l'étude.....	44
Tableau 3 : forces médianes nécessaires à réaction par colonnes, à T0, T30 et T60.....	62
Tableau 4 : récapitulatif des forces médianes avant réaction sur la zone d'incision lors de césarienne.....	63
Tableau 5 : récapitulatif des résultats obtenus sur la colonne A1-A2-A3-A4.....	63
Tableau 6 : récapitulatif des différences observées entre les deux techniques.....	65

1. Introduction

1.1. Les techniques d'anesthésie locorégionale chez la brebis

1.1.1. Bases pharmacologiques : les anesthésiques locorégionaux

L'anesthésie locorégionale est obtenue par l'administration d'un anesthésique local au contact direct des fibres nerveuses. Elle ne doit pas être considérée uniquement comme un recours en cas de risque jugé trop important pour une anesthésie générale mais aussi comme une solution pour augmenter l'analgésie péri-opératoire.

Tous les anesthésiques locaux ont une structure moléculaire similaire et un mode d'action semblable. Le choix de la molécule utilisée par le praticien doit prendre en compte ses différentes propriétés, à savoir : puissance, délai d'action, durée d'action et toxicité.

1.1.1.1. Structure chimique

Les anesthésiques locaux sont des amines tertiaires connectées à un cycle aromatique par une liaison ester ou amide. Ils sont par conséquent classés en aminoesters (exemple : la procaïne) et aminoamides (exemple : la lidocaïne).

- Le cycle aromatique constitue le pôle lipophile de la molécule et joue un rôle dans la diffusion et la fixation de l'anesthésique.
 - La longueur de la chaîne intermédiaire influe sur la liposolubilité ou l'hydrosolubilité de l'anesthésique : plus la chaîne est longue, plus l'anesthésique est lipophile et puissant, mais aussi plus toxique.
- L'amine tertiaire représente le pôle hydrophile de la molécule.

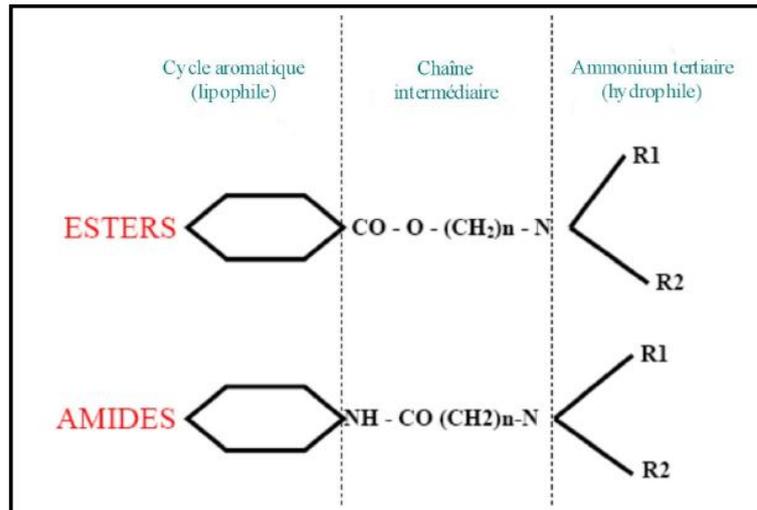


Figure 1 : structure chimique des anesthésiques locaux (33)

Cette partie hydrophile de la molécule est facilement ionisée.

Ainsi, pour un pH physiologique (7.4), il existe un équilibre entre les formes chargée et non-chargée de l'anesthésique local. La valeur de pH pour laquelle la concentration dans les deux formes est égale est définie comme la constante d'équilibre ou pKa.

Les anesthésiques locaux ont un pKa supérieur à la valeur physiologique du pH ; par conséquent, la majorité des molécules sont sous forme ionisée (hydrophile) après injection dans l'organisme.

Les molécules ionisées pénètrent plus difficilement au travers des membranes lipidiques que les formes non chargées. Ainsi, les anesthésiques locaux avec les valeurs de pKa les plus proches du pH physiologique seront ceux avec les délais d'action les plus rapides.

La durée d'action des anesthésiques locaux dépend également de leur degré de fixation aux protéines sériques et tissulaires. Les aminoesters sont hydrophiles, peu liés aux protéines et ont une durée d'action courte. A l'inverse, les aminoamides sont lipophiles, fortement liés aux protéines et ont une durée d'action plus longue.

1.1.1.2. Mécanisme d'action

Les anesthésiques locaux inhibent les canaux sodiques voltage-dépendants présents au sein de la membrane des cellules nerveuses et bloquent à la fois la création et la conduction des influx nerveux.

Au repos, la cellule nerveuse, comme toutes les autres cellules, est polarisée. La concentration en ions sodium est alors plus élevée à l'extérieur qu'à l'intérieur de la cellule.

Lors de la création et la conduction d'un potentiel d'action, les canaux sodiques voltage-dépendants s'ouvrent, ce qui permet un mouvement d'ions sodium vers l'intérieur de la cellule. Ce flux dépolarise la membrane cellulaire et transmet l'influx nerveux de proche en proche.

Les anesthésiques locaux se fixent sur un site hydrophile à l'intérieur de ces canaux sodiques, sur la face interne de la membrane cellulaire. Ils bloquent ainsi l'activation du canal et empêche la dépolarisation de la membrane. L'anesthésique doit dans un premier temps traverser la membrane cellulaire sous la forme non ionisée pour atteindre son site d'action intracellulaire.

Quand la concentration en anesthésique est suffisante, toutes les fibres nerveuses sont inhibées : motrices, sensibles et végétatives. Les fibres sensibles sont les premières touchées car leur diamètre est plus faible que les fibres motrices et car leur paroi n'est pas myélinisée et plus facilement atteintes par l'anesthésique.

L'ordre de disparition des sensations est le suivant : sensation douloureuse, thermique (froid, chaud) et tactile. La récupération se fait dans l'ordre inverse.

1.1.1.3. Absorption-dégradation

La première étape de la dégradation des anesthésiques locaux est leur résorption systémique, qui permet leur métabolisation ultérieure.

La principale voie métabolique suivie par les anesthésiques locaux est l'hydrolyse enzymatique. Ainsi, les aminoesters sont dégradés par la cholinestérase plasmatique ou tissulaire, enzyme produite par le foie. Le métabolisme des aminoamides est uniquement hépatique : déalkylation par le système du cytochrome P450 puis hydrolyse dans le réticulum endoplasmique. La fonction hépatique joue donc un rôle primordial dans la durée d'action de ces molécules, une altération prolongeant leur durée de vie au sein de l'organisme.

Les métabolites des aminoesters et des aminoamides sont éliminés par les urines. (7, 19)

1.1.1.4. Différentes molécules

Procaïne :

La procaïne est un aminoester présentant un temps de latence de 10 à 15 minutes et une durée d'action courte (30 à 60 minutes). Elle était utilisée chez les carnivores domestiques pour des infiltrations locales. En raison de sa courte durée d'action et de son potentiel allergène, son usage est devenu rare en pratique vétérinaire.

Elle est, toutefois, encore présente associée, sous forme de chlorhydrate, à un antibiotique injectable (tétracycline) dans une spécialité indiquée pour le traitement du panaris interdigité chez les bovins (Panadia®, Virbac). Cette spécialité présente un temps d'attente pour la viande et les abats de 14 jours et de 10 traites pour le lait.

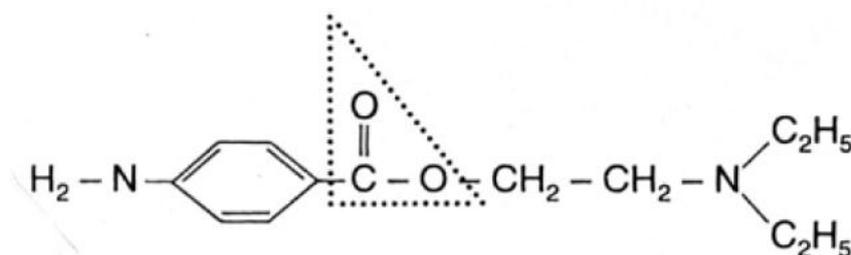


Figure 2: structure chimique de la procaïne (32)

Lidocaïne :

La lidocaïne est l'anesthésique local le plus utilisé actuellement en médecine vétérinaire.

Cet aminoamide possède un temps de latence intermédiaire (10 à 15 minutes) et une durée d'action moyenne de 1 à 2 heures. Sa puissance relative par rapport à la procaïne est de 2. Elle peut être utilisée pour tous types d'anesthésie (locale, locorégionale, centrale).

Chez le chien, des injections intraveineuses de lidocaïne à la dose de 22mg/kg +/-6.7mg/kg provoquent des convulsions précédées de signes nerveux tels que salivation et contractions musculaires. (19)

Des convulsions sont également observées chez le chat pour des doses de 11.7mg/kg +/- 4.6mg/kg.

Chez la brebis, une toxicité de la lidocaïne est observée suite à l'administration d'une dose de 20mg/kg par voie sous-cutané (14), à partir de 6 mg/kg par voie intra-veineuse et 10 mg/kg en intra-musculaire. (38) Les brebis développent alors une dépression respiratoire et des tremblements musculaires avant de se coucher et de présenter des signes neurologiques :

bruxisme, opisthotonos, mydriase, convulsions. Ces symptômes se déclarent environ 15 minutes après injection locale, ce délai est plus faible pour des injections intra-veineuses ou intra-musculaires.

Actuellement, la lidocaïne est présente dans 5 spécialités vétérinaires disponibles en France (6) :

- Ekyflogyl® (Audevard), anti-inflammatoire à usage externe pour chevaux, 8.11mg/mL de chlorhydrate de lidocaïne, associée à 1.8 mg/mL d'acétate de prednisolone et 88mL/flacon de diméthyl sulfoxyde (D.M.S.O). En l'absence de temps d'attente, ce produit ne doit pas être administré à des animaux destinés à la consommation humaine.
- Laocaïne® (Intervet), anesthésique local pour équins, chiens et chats, 16.22mg/mL de chlorhydrate de lidocaïne. Le temps d'attente pour les équidés destinés à la consommation humaine est fixé à 1 jour pour la viande et les abats.
- Lotion Souveraine® (Véto-Centre), solution externe antiseptique, calmante et cicatrisante pour chiens et chats, 9mg/mL de chlorhydrate monohydraté de lidocaïne, associée à 2.2mg/mL d'acide salicylique et 1.6mg/mL de sulfate monohydraté de 8-hydroxyquinoléine.
- Lurocaïne® (Vétoquinol), solution anesthésique locale pour équins, chiens et chats, 20mg/mL de chlorhydrate monohydraté de lidocaïne. Le temps d'attente pour les équidés destinés à la consommation humaine est fixé à zéro jour. (1)
- Xylovet® (Ceva), solution injectable de lidocaïne pour équins, chiens et chats, 21.33mg/mL de chlorhydrate de lidocaïne. Le temps d'attente pour les équidés destinés à la consommation humaine est fixé à zéro jour. (2)

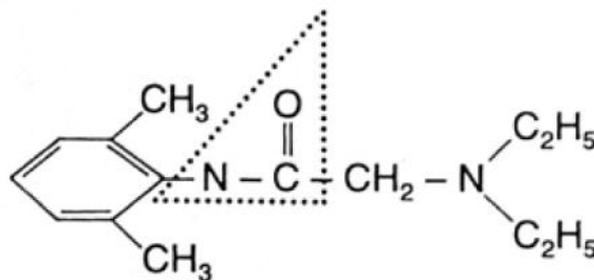


Figure 3 : structure chimique de la lidocaïne (32)

Mépipacaïne :

La mépipacaïne est un aminoamide au temps de latence court (5 à 10 minutes) dont la durée d'action est légèrement supérieure à celle de la lidocaïne (90 à 180 minutes). Sa puissance relative est de 2.

Cette molécule a un index thérapeutique plus large que la lidocaïne. Elle n'est pas efficace par voie topique mais peut être utilisée lors d'infiltration locale et locorégionale.

Toutefois, aucune spécialité vétérinaire française ne contient cette molécule à l'heure actuelle.

La dose toxique entraînant des convulsions est de l'ordre de 29 mg/kg chez le chien. (19)

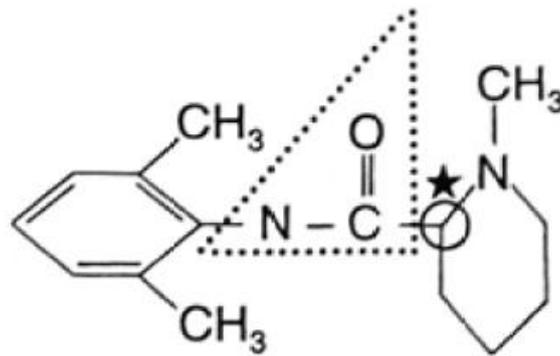


Figure 4: structure chimique de la mépipacaïne (32)

Bupivacaïne :

La bupivacaïne est un aminoamide à grand temps de latence (20 à 30 minutes) et longue durée d'action (4 à 6 heures). Sa puissance relative est de 8.

Cet anesthésique local n'est pas efficace par voie transcutanée mais peut être utilisé pour des infiltrations locales comme pour des anesthésies locorégionales (épidurale).

La bupivacaïne bloque préférentiellement les fibres sensibles et n'a qu'un faible impact sur les fibres motrices. Cette action sélective et sa longue durée d'action en font un excellent anesthésique local pour gérer des douleurs, chirurgicales ou non, chez les carnivores domestiques.

Toutefois, cette molécule est relativement cardiotoxique. Chez les chiens et les chats, des administrations intraveineuses de bupivacaïne à des doses de, respectivement 5.0 + 2.2 et 3.8 +/- 1.0 mg/kg, entraînent des convulsions. (10, 21) Une injection intra-veineuse de deux fois la dose convulsivante (soit 8.6 mg/kg) entraîne dans les 30 secondes une tachycardie de 54% (10). Cet anesthésique local n'est actuellement disponible dans aucune spécialité vétérinaire française.

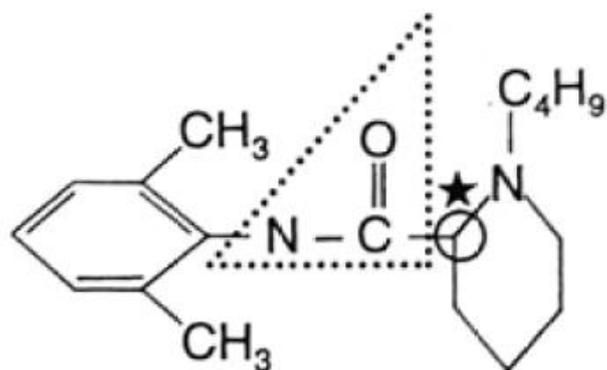


Figure 5 : structure chimique de la bupivacaïne (32)

La lévobupivacaïne est l'énantiomère lévogyre de la bupivacaïne. Elle possède les mêmes caractéristiques pharmacologiques mais présente une neurotoxicité moindre (21). Son utilisation en médecine humaine est récente et pas encore d'actualité en médecine vétérinaire.

Etidocaïne:

L'étidocaïne est un aminoamide à faible temps de latence (5-10 minutes) et une durée d'action comparable à celle de la bupivacaïne (180 à 300 minutes). Sa puissance relative est de 6 et son pKa de 7.7. L'étidocaïne est inefficace par voie transcutanée mais peut être utilisée pour des infiltrations locales comme pour des blocs nerveux périphériques ou centraux. Elle induit un blocage préférentiel des fibres motrices et possède une cardiotoxicité semblable à celle de la bupivacaïne.

Cette molécule n'est présente dans aucune spécialité vétérinaire française.

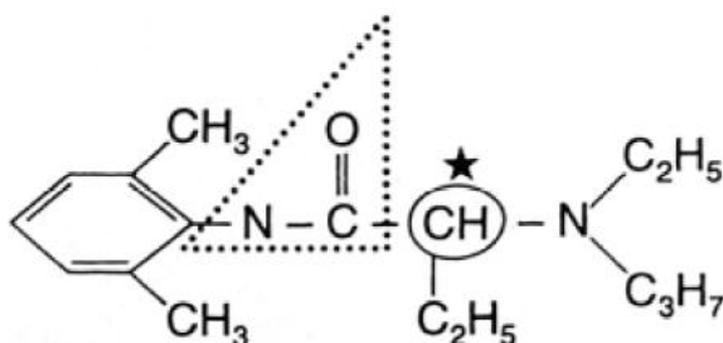


Figure 6 : structure chimique de l'étidocaïne (32)

Ropivacaïne :

La ropivacaïne est un aminoamide à faible temps de latence (5 à 10 minutes) et une durée d'action comparable à celle de la bupivacaïne. Sa puissance relative est de 8.

Cette molécule peut être utilisée pour des infiltrations locales comme pour des blocs nerveux centraux ou périphériques. De même que la bupivacaine, elle produit un bloc différentiel. La dose toxique provoquant des convulsions est de l'ordre de 4,9 mg/kg chez le chien. (10, 19)

Aucune spécialité vétérinaire ne contient cette molécule à ce jour en France.

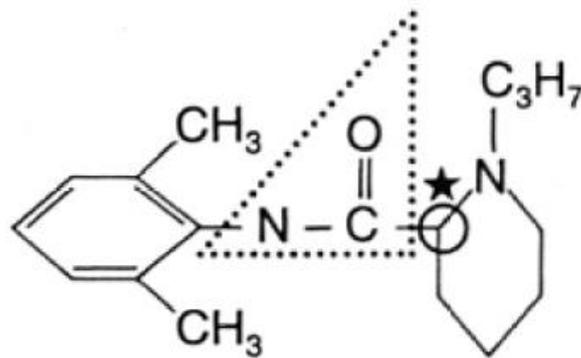


Figure 7 : structure chimique de la ropivacaine (32)

Tétracaïne :

La tétracaïne est un aminoester. Son délai d'action est rapide et sa durée d'action est très courte.

En 2011, cette molécule, efficace comme topique, est présente dans une spécialité vétérinaire : Tétracaïne 1% collyre unidose® (TVM), utilisée en ophtalmologie.

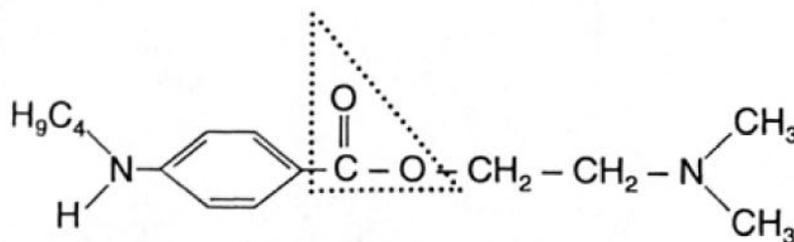


Figure 8 : structure chimique de la tétracaïne (32)

1.1.1.5. Réglementation actuelle chez les animaux de rente

Actuellement, aucune des molécules présentées ci-dessus n'est proposée dans une spécialité disposant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour les bovins et ovins.

L'utilisation des spécialités disponibles chez d'autres espèces (carnivores domestiques, équidés) ne peut se faire qu'en appliquant le principe de la cascade.

Tableau 1 : Résumé des caractéristiques des principaux anesthésiques locaux (d'après 7, 9, 19, 34)

Agent	PKa	% de base à pH = 7.4	% de liaison aux protéines	Délai d'action (min)	Durée d'action (min)
Procaine	8.9	2	6	10-15	30-60
Lidocaïne	7.7	35	65	10-15	60-120
Mépipivacaïne	7.6	39	75	5-10	90-180
Bupivacaïne	8.1	20	96	20-30	240-360
Ropivacaïne	8.1	17	94	5-10	240-360
Tétracaïne	8.6	5	75		<30
Etidocaïne	7.7		94	5-10	180-300

1.1.2.1. Principes anatomiques de l'anesthésie locorégionale

1.1.2.1.1. Genèse et cheminement du stimulus douloureux

Le processus douloureux démarre au niveau de récepteurs spécialisés qui perçoivent les variations de chaleur, de pression ainsi que certains stimuli chimiques. Ces récepteurs sont présents à la surface de la peau, au niveau des surfaces articulaires ainsi qu'au sein des muscles, du périoste, de la pulpe dentaire et des viscères.

Une fois activés, ils transmettent les informations reçues à la moelle épinière via deux types de fibres afférentes : les fibres A-delta, myélinisées et rapides et les fibres C, non-myélinisées et plus lentes.

Ces fibres nerveuses, présentes dans les nerfs sensitifs, gagnent la corne dorsale de la moelle épinière et y libèrent des neurotransmetteurs qui permettent diverses réponses physiologiques au stimulus douloureux.

Préalablement à ces réponses, l'information est modulée par des axones intermédiaires.

L'une de ces réponses est l'« arc réflexe » qui permet à l'organisme de se soustraire rapidement au processus douloureux par une réaction de retrait.

Une autre réponse est la transmission de l'information au cerveau.

Au sein de la substance blanche, des axones décussent vers le faisceau spino-thalamique de la colonne ventrolatérale controlatérale. Les neurones de ce faisceau gagnent ensuite l'encéphale et aboutissent dans le thalamus et le cortex cérébral. L'intégration de l'information douloureuse au niveau cérébral permet à la fois la perception de la douleur, l'expérience émotionnelle de la douleur mais aussi les changements de comportement associés à la douleur.

Un autre faisceau parallèle, spino-réticulaire, gagne la formation réticulée et le système limbique. Le système limbique est responsable de la mémorisation de l'association entre le stimulus nociceptif et la perception douloureuse. Ce dernier phénomène est à l'origine de l'acquisition de comportements d'évitement vis-à-vis du processus douloureux, par opposition à l'arc réflexe.

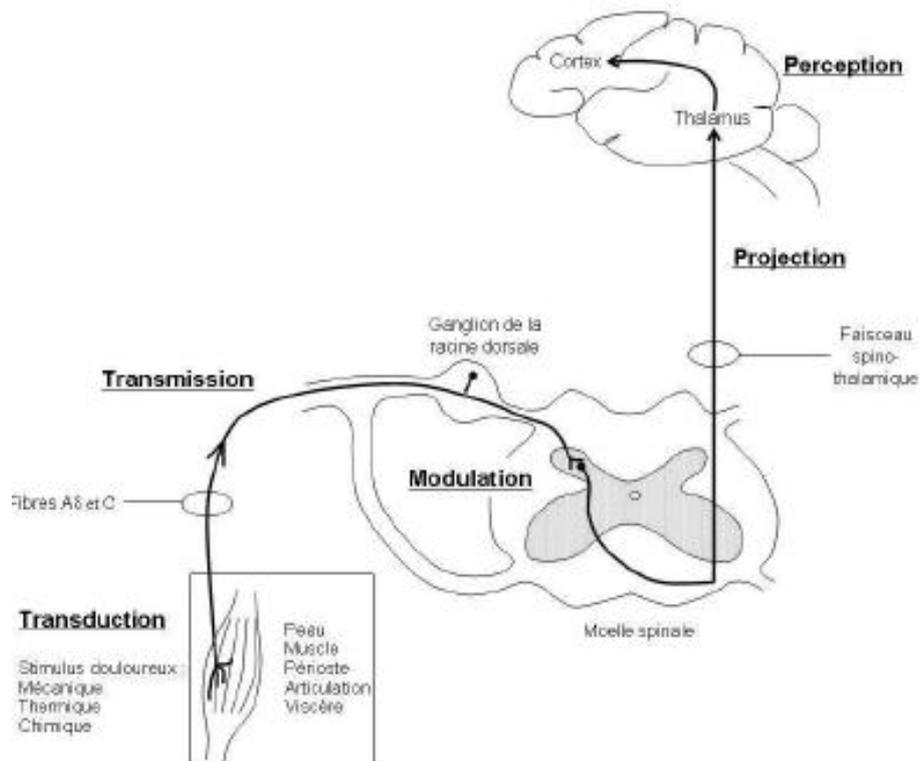


Figure 9 : représentation schématique des voies de la douleur (d'après 28)

1.1.2.1.2. Sites anatomiques impliqués lors d'anesthésie locorégionale du flanc

Lors d'intervention chirurgicale, il est nécessaire, pour le praticien et l'animal, d'obtenir une analgésie au niveau du site d'intervention. L'anesthésie locorégionale est une façon d'atteindre cet objectif.

Les anesthésiques utilisés doivent empêcher que l'information nociceptive arrive à la moelle épinière et qu'une réponse ne soit générée.

Dans le cadre de ce travail, nous nous intéresserons à l'anesthésie locorégionale du flanc gauche, zone anatomique la plus fréquemment concernée lors de chirurgies chez les ruminants (césarienne, ruminotomie,...).

Le flanc gauche est innervé par les nerfs provenant de la moelle épinière dans sa partie lombaire. Ces nerfs sont issus de chaque espace intervertébral entre la 13^{ème} vertèbre thoracique et la 6^{ème} lombaire ; les fibres qui les constituent couvrent l'ensemble du flanc.

La partie la plus crâniale du flanc est innervée par le nerf issu de l'espace entre les 12^{ème} et 13^{ème} vertèbres thoraciques.

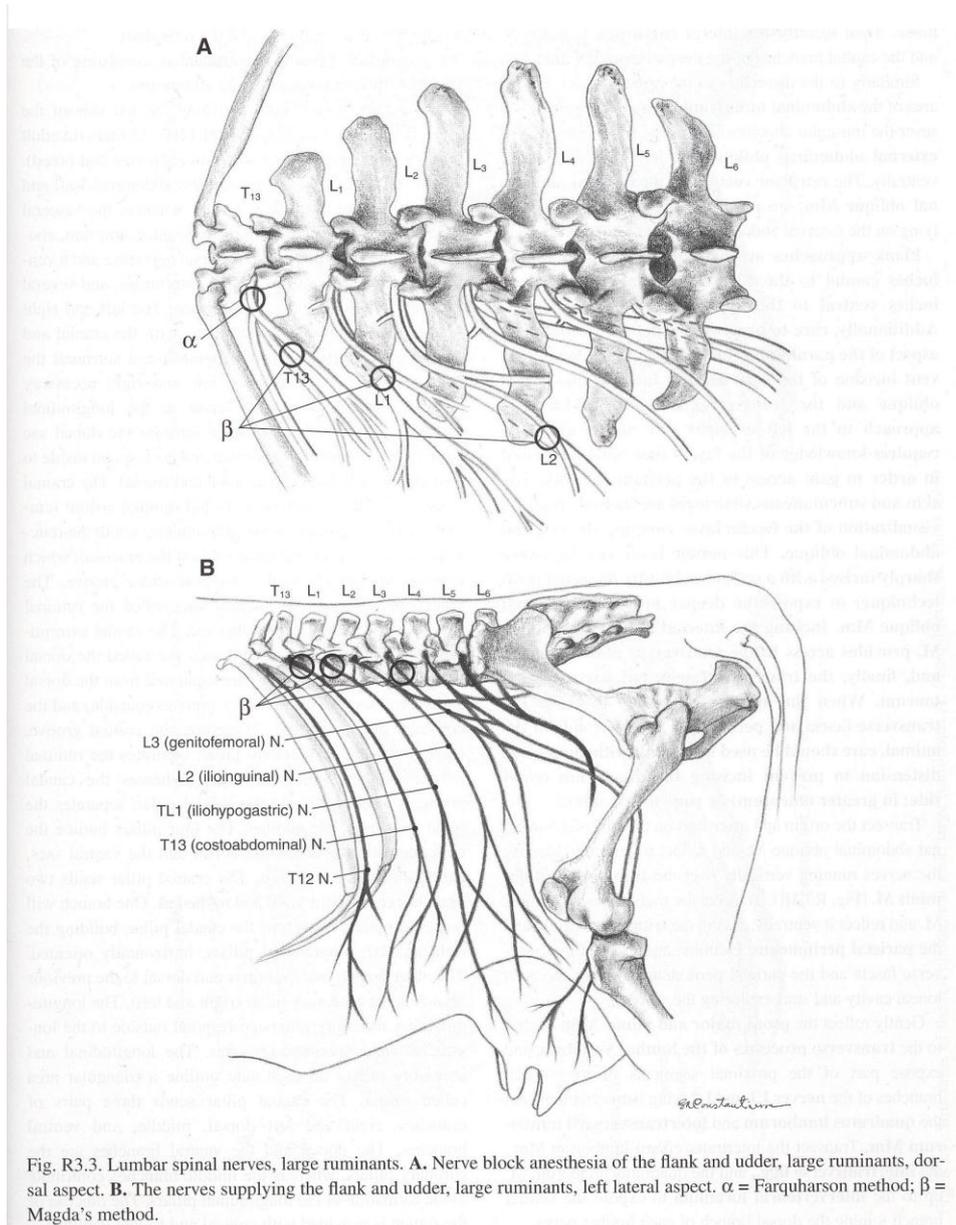


Figure 10 : innervation du flanc gauche par les nerfs lombaires (d'après 5)

Dès leur sortie de la moelle, les nerfs lombaires se divisent en deux rameaux : un rameau dorsal et un rameau ventral.

Le rameau dorsal se sépare lui-même en un rameau médial et un rameau latéral. Ce dernier donne deux rameaux cutanés : médial et latéral.

Le rameau ventral se divise en un rameau cutané latéral, un rameau musculaire distal, un rameau médial et un rameau cutané ventral.

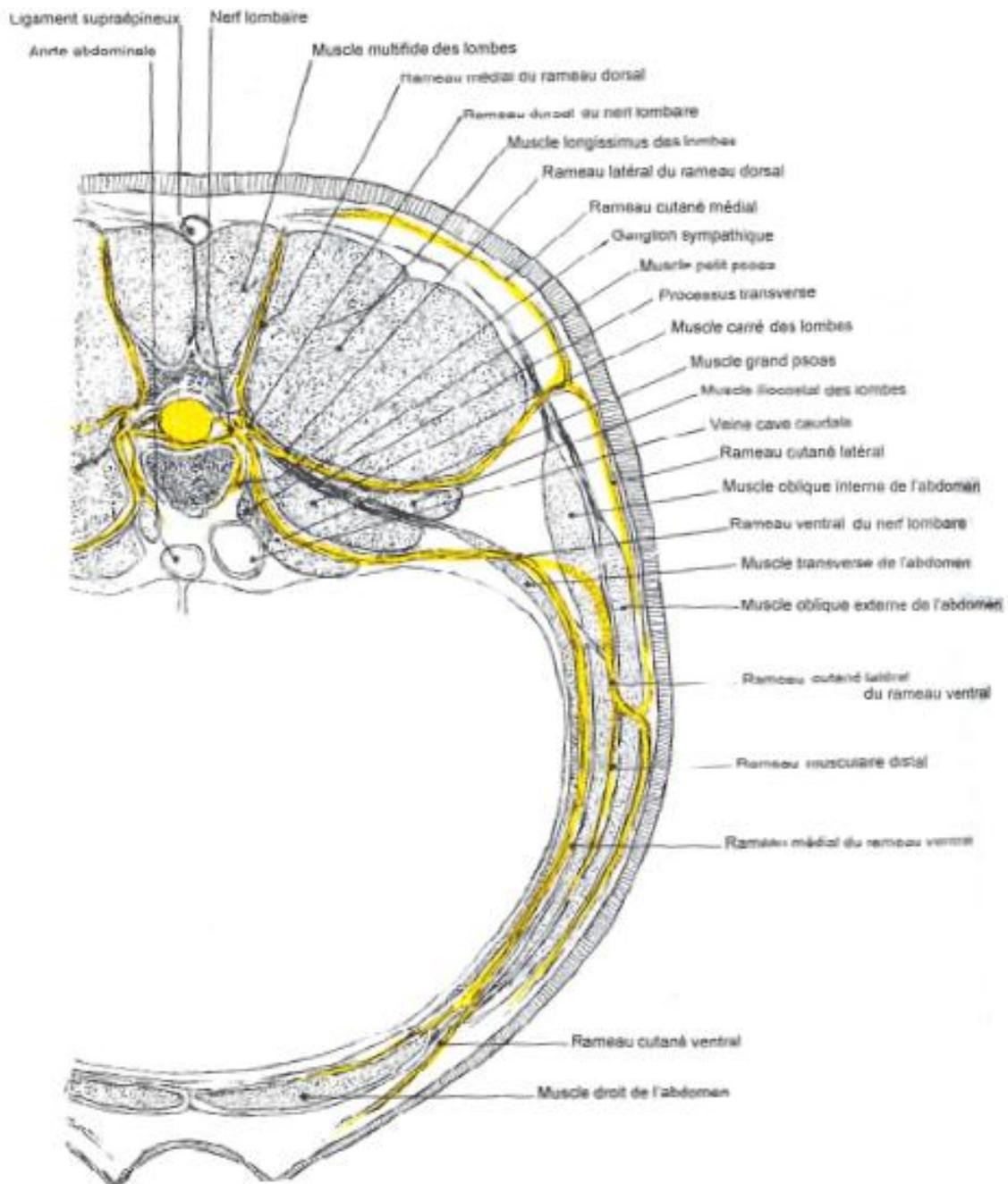


Figure 11 : planche schématique d'un nerf lombaire (d'après 3)
 (les structures nerveuses sont représentées en jaune)

Les techniques d'anesthésie locorégionale diffèrent par le site anatomique au niveau duquel l'influx nerveux est stoppé et les fibres insensibilisées.

1.1.2.1.2.1. Lors de paravertébrale

La réalisation de l'anesthésie par voie paravertébrale permet d'instiller l'anesthésique local à proximité immédiate du nerf dès sa sortie de la colonne vertébrale. Ainsi, le rameau latéral du rameau dorsal et le rameau ventral dans sa totalité sont insensibilisés. Dans ce cas, l'influx nerveux est stoppé peu avant sa transmission à la moelle épinière.

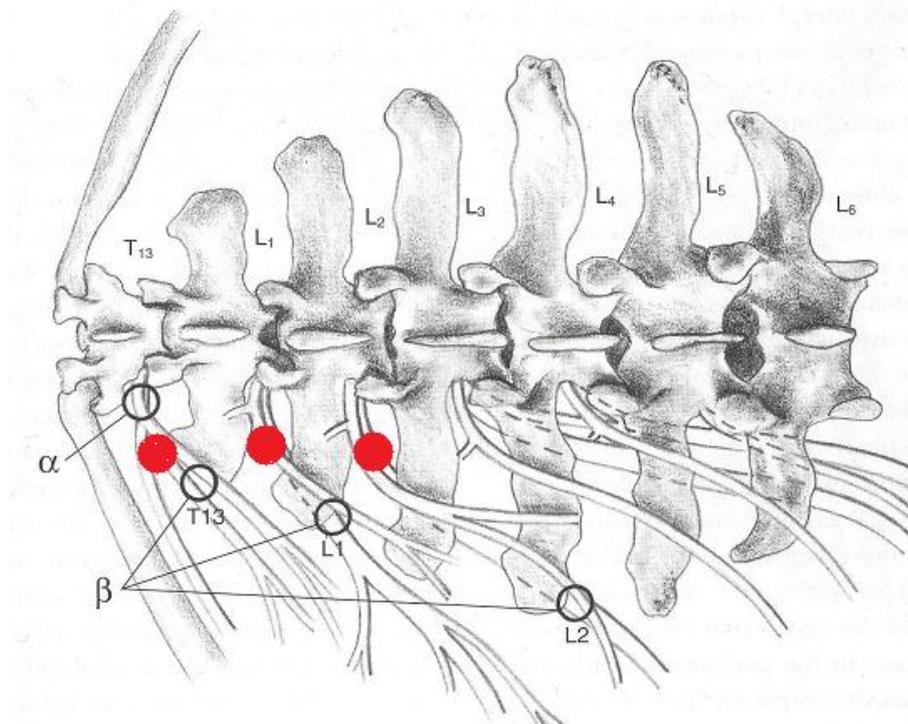


Figure 12 : nerfs bloqués lors d'anesthésie paravertébrale, vue dorsale (d'après 5)
(Cercle noté T13 : nerf costoabdominal, L1 : nerf iliohypogastrique, L2 : nerf ilioinguinal)

Les sites d'injections réalisées dans le cadre de notre étude sont représentés par les points rouges.

L'anesthésie a lieu ici beaucoup plus « haut » que lors d'infiltration locale : toute la zone innervée par les nerfs anesthésiés est insensibilisée.

1.1.2.1.2.2. Lors de « L inversé »

Lors d'infiltration locale telle le « L inversé », l'anesthésique local est injecté à proximité immédiate du site d'intervention chirurgicale.

Dans le cas du « L inversé » utilisé pour les laparotomies par le flanc, les nerfs anesthésiés sont tous ceux présents dans l'épaisseur du flanc, à savoir :

- Les deux rameaux cutanés latéraux
- Le rameau musculaire distal (issu du rameau ventral)
- Le rameau médial

L'influx nerveux est donc stoppé au niveau des extrémités distales des nerfs lombaires.

1.1.2.2. Anesthésie paravertébrale : méthode et applications

Méthode

Matériel nécessaire :

- 1 seringue de 2 mL
- 2 seringues de 10 mL
- 3 aiguilles de 18G x 40 mm
- 17 mL de lidocaïne 2% injectable (Lurocaïne®)
- Tondeuse à laine pour dégager la ligne du dos

Temps préliminaire : un nettoyage de la zone d'injection suivi d'une désinfection est particulièrement recommandé afin d'éviter une éventuelle complication infectieuse.

1. Dans un premier temps, les différentes structures osseuses sont repérées. Cette étape est généralement plus aisée sur animal debout que sur animal en décubitus latéral.

La cinquième vertèbre lombaire (L5) est localisée par palpation, elle correspond au processus transverse situé juste crânialement à la hanche. Les quatrième, troisième, seconde et enfin première vertèbres lombaires (L4, L3, L2, L1) sont successivement repérées par proximité en partant de L5. L'insertion de L1 sur la treizième et dernière vertèbre thoracique est alors facilement localisable.

2. La peau est ensuite anesthésiée en regard des processus transverses de L1 et L2 à l'aide de deux injections sous cutanées de 1 ml de lidocaïne 2% chacune.
3. Une aiguille de 18 Gauge est introduite à la verticale de L1, jusqu'à buter sur le processus transverse.
4. Elle est retirée de quelques mm puis repoussée crânialement de façon à se trouver entre T13 et L1. L'opérateur peut alors injecter 5mL de lidocaïne 2% dans cet espace.
5. L'aiguille est ensuite ré orientée caudalement afin de se trouver entre L1 et L2, l'opérateur injecte alors 5 autres ml de lidocaïne 2%.
6. L'étape 3 est répétée au niveau de L2.
7. L'aiguille est reculée de quelques millimètres puis repoussée caudalement de façon à se trouver entre L2 et L3, l'opérateur injecte alors 5 ml de lidocaïne 2%.

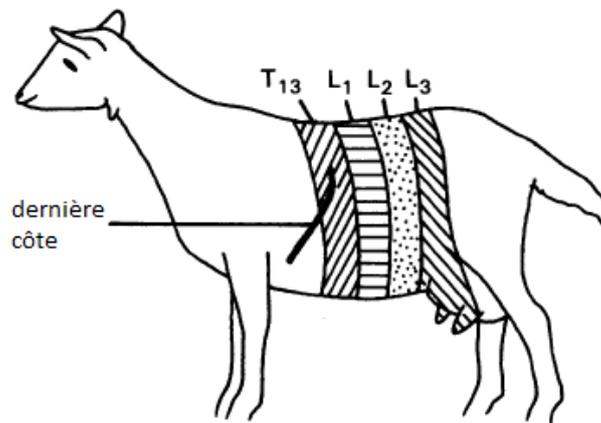


Figure 13 : zones insensibilisées lors d'anesthésie paravertébrale (tiré de 38)

Applications

L'anesthésie paravertébrale permet d'obtenir une analgésie du flanc sans perte de tonus musculaire au niveau des membres postérieurs. En pratique, cette technique peut donc être utilisée pour toutes les chirurgies nécessitant un abord par les flancs et notamment les laparotomies comme les césariennes par voie haute.

1.1.2.3. Anesthésie locale par bloc en « L inversé » : méthode et applications

Méthode :

Matériel nécessaire :

- Une aiguille de 18G x 40 mm
- 2 seringues de 10 mL
- 15mL de lidocaïne 2% injectable (Lurocaïne®)
- Tondeuse à laine pour tondre le flanc à anesthésier

Pour éviter l'inoculation iatrogène de germes, un nettoyage du flanc suivi d'une désinfection doit précéder la réalisation de l'anesthésie.

A l'aide d'une aiguille de 18 Gauge, 15 injections de 1 ml réparties sur le « L inversé » sont réalisées tout en retirant l'aiguille, ce qui permet de répartir l'anesthésique dans toute l'épaisseur du flanc, du péritoine à l'épiderme.

La ligne supérieure du « L inversé » est une ligne horizontale, parallèle à la ligne des processus transverses des vertèbres lombaires et située 2cm sous celle-ci.

La ligne verticale du « L inversé » correspond à une tangente à la dernière côte, perpendiculaire à la ligne des processus transverses.

Dans le protocole que nous avons retenu, l'opérateur effectue 8 injections sur la ligne horizontale et 7 sur la ligne verticale. Tous ces points d'injection sont espacés de 2 cm.

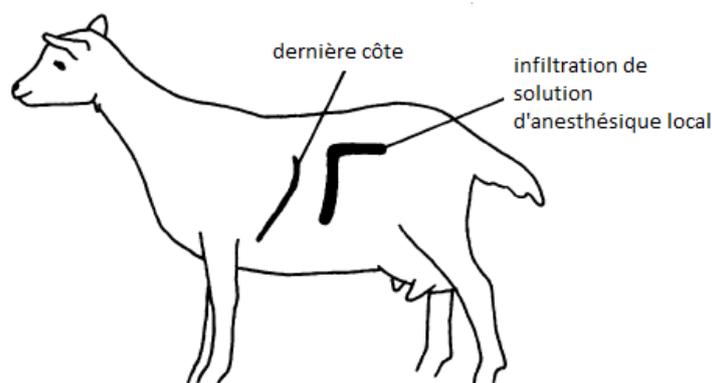


Figure 14 : zone d'injection d'anesthésique lors de « L inversé » (tiré de 38)

Applications :

L'anesthésie en « L inversé » permet d'obtenir une analgésie de la peau et de l'épaisseur du flanc dans la zone située sous le L, elle peut être utilisée pour toutes les chirurgies nécessitant un abord par les flancs et notamment les laparotomies comme les césariennes par voie haute.

1.1.3. Comparaison des différentes méthodes d'anesthésie locorégionale

L'anesthésie paravertébrale permet d'utiliser moins d'anesthésique que l'infiltration locale. Ceci diminue le coût de l'anesthésie mais surtout le risque de toxicité de l'anesthésique. En effet, chez les petits ruminants, il est recommandé de ne pas dépasser une dose de 5mg/kg et ce, quel que soit le produit utilisé. (13)

De plus, l'anesthésie paravertébrale insensibilise en théorie la totalité du flanc, ce qui, en cas de besoin, autorise à prolonger son incision. A l'inverse, il est nécessaire de procéder à une nouvelle anesthésie si l'incision doit être prolongée hors de la zone d'infiltration locale.

L'anesthésie paravertébrale présente également l'avantage de concerner toute l'épaisseur du flanc (43), ainsi, le péritoine est également anesthésié alors que celui-ci est beaucoup moins fréquemment insensibilisé lors d'infiltration locale.

L'infiltration locale présente l'avantage de nécessiter une zone de tonte moins importante que l'anesthésie paravertébrale. De plus, il n'y a pas dans cette technique de repères anatomiques à reconnaître, alors que cela peut représenter une difficulté pour réaliser une anesthésie paravertébrale chez des brebis un peu grasses.

1.2. Les moyens d'évaluer la douleur chez les Ruminants

1.2.1. Introduction et définitions

Chez l'Homme, la douleur est définie par *l'International Association for the Study of Pain* (IASP) comme « une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à des lésions tissulaires réelles ou potentielles ou décrites dans des termes évoquant une telle lésion ».

Chez l'animal, les notions de douleur et de souffrance sont difficiles à définir, à appréhender et à mesurer. Il faut se méfier de l'anthropomorphisme et des extrémismes : militantisme sans borne et cynisme indifférent.

De plus, selon sa place dans l'échelle phylogénétique, l'animal ressentirait et exprimerait différemment sa souffrance. (17)

Cette première définition est donc peu adaptée à la douleur animale.

Elle a été reformulée afin de pouvoir être appliquée aux animaux : « expérience sensorielle et émotionnelle aversive représentant une conscience par l'animal de dégâts ou la menace à l'intégrité de ses tissus; elle change la physiologie de l'animal et son comportement afin de réduire ou éviter des dégâts, réduire la probabilité de répétition et promouvoir le rétablissement. » (Zimmermann, 1986) (11, 18, 20)

La douleur animale ne dépend pas uniquement du stimulus douloureux ou des dommages tissulaires mais également des expériences antérieures de l'animal ainsi que de sa position hiérarchique au sein du troupeau. (11)

Les notions d'allodynie et d'hyperalgésie ont été définies pour prendre en compte cette dimension du processus douloureux.

L'allodynie est une douleur provoquée par un stimulus normalement non algogène tandis que l'hyperalgésie est une exagération de la nociception pour un stimulus algogène.

L'analgésie est l'absence de douleur en réponse à un stimulus normalement algogène. Elle peut être obtenue par des moyens pharmacologiques ou par certaines méthodes telles que le tord-nez chez le cheval, l'acupuncture...

Quant à l'anesthésie, il s'agit d'une suppression momentanée, générale ou partielle, de la sensibilité. Elle s'obtient par injection de produit médicamenteux. (44)

C'est le succès de cette anesthésie qui va intéresser le vétérinaire au moment de réaliser une opération chirurgicale, tant pour le bien-être de l'animal que pour le bon déroulement de l'intervention. Pour adapter cette anesthésie, savoir reconnaître les signes de la douleur chez l'animal est un prérequis indispensable mais difficile.

Chez la brebis, cette difficulté est d'autant plus importante que ce sont des animaux particulièrement stoïques qui n'expriment que très peu la douleur. Une hypothèse à ce caractère peu expressif est qu'au cours de l'évolution, il ait été avantageux pour des animaux-proies comme les ruminants de masquer les signes de douleur et la faiblesse qu'elle implique. (11)

Toutefois, il est possible d'objectiver la souffrance chez la brebis à l'aide de nombreux paramètres.

Une étude a répertorié ces différentes manifestations physiologiques et comportementales de la souffrance chez le mouton lors de douleur aigüe (caudectomie ou castration) selon les organes mis en jeu (27):

- Activité sur les nerfs afférents : dosage du cortisol plasmatique, modification comportementale.
- Activité du système nerveux sympathique : objectivée par la fréquence cardiaque, le diamètre pupillaire, le temps de remplissage capillaire, le dosage des catécholamines plasmatiques.
- Activité de l'axe hypothalamo-hypophysaire-surrénalien : objectivée par le dosage des corticoïdes plasmatiques et les modifications de posture.
- Modifications de l'activité locomotrice.
- Modifications comportementales.

Dans le cadre d'études de l'action d'anesthésiques sur certains stimuli, une attention particulière doit être portée aux modifications de certains paramètres (notamment comportement, fréquences cardiaque et respiratoire) dues à l'action centrale des anesthésiques.

1.2.2. Fréquences cardiaque et respiratoire.

Les rythmes cardiaque et respiratoire de même que la pression artérielle peuvent montrer une activation du système nerveux sympathique.

Ce sont de plus des variables non-invasives aisément mesurables et enregistrables. Elles ont été utilisées comme marqueurs possibles de douleur.

Une augmentation de ces paramètres a été mise en évidence lors d'une intervention douloureuse comme par exemple la castration chez le porc (White et al., 1995) ou le marquage au fer rouge chez le veau ou la vache (Haga & Ranheim, 2005; Haga et al., 2001).

Toutefois, les variations individuelles sont importantes et un grand nombre de facteurs autres que la douleur (température, présence humaine, présence de congénères, etc.) influent sur ces paramètres. (20, 27, 36)

1.2.3. Marqueurs biochimiques.

De nombreuses molécules sont produites en réaction à la douleur (corticoïdes, catécholamines, protéines de la phase aigüe de l'inflammation) et pourraient constituer des marqueurs biochimiques de la douleur animale.

Cependant, concernant les corticoïdes, les catécholamines et les endorphines, Bath (1998) constate que « le problème méthodologique est qu'une modification de leur concentration n'est pas nécessairement imputable à la douleur, mais peut s'observer lors de toute forme de stress physique ou psychologique ». (4)

Le cortisol est pourtant fréquemment étudié chez les mammifères d'élevage.

De nombreuses études, compilées dans le rapport INRA (20) montrent une augmentation de la cortisolémie après la castration chez le porc, le veau ou l'agneau sans que cette augmentation soit imputable à la seule manipulation. Le cortisol paraît donc intéressant pour évaluer la douleur dans un contexte expérimental. Ces mesures sont néanmoins sujettes à des variations liées au stress induit par la procédure et de surcroît, peu voire pas accessibles en pratique.

Cette conclusion est également valable pour l'ACTH, les catécholamines (adrénaline, noradrénaline) qui sont certes de très bons marqueurs, mais trop dépendants de l'état de stress de l'animal et inaccessibles sur le terrain.

Les protéines de la phase aigüe de l'inflammation constituent un indicateur indirect de douleur en mettant en évidence une inflammation. Ainsi, il a été montré que les concentrations sériques de certaines protéines comme l'haptoglobine, le fibrinogène, la céruloplasmine ou la sérum amyloïde A augmentent lors d'inflammation (revue bibliographique : Murata et al., 2004 in (20)). Ce sont des indicateurs sensibles de l'inflammation qui peuvent permettre de caractériser une inflammation subclinique. (Petersen et al., 2004 in (20))

Néanmoins, hormis le fibrinogène, leurs dosages sont réservés au domaine expérimental.

1.2.4. **Modifications comportementales et changement de posture**

Face à la douleur, les ruminants comme les brebis peuvent présenter différents types de réponses, simultanées ou non, variables d'un individu à l'autre.

Toutes ces variations comportementales permettent d'évaluer de façon indirecte la douleur de l'animal. Il est donc important de savoir les observer et les reconnaître afin de prendre en charge au plus vite la souffrance, même si son expression est minime.

Comme chez tous les animaux, les mouvements réflexes de retrait constituent le moyen le plus simple d'échapper à la douleur. Ces mouvements permettent plus particulièrement de se soustraire à un stimulus douloureux transitoire (brûlure, piqûre...).

L'utilisation de vocalises ou de postures spécifiques, synonymes de souffrance et compréhensibles par l'ensemble du groupe, est une attitude très fréquente chez les animaux grégaires, afin de demander assistance aux autres membres du troupeau et ainsi abrégé le processus douloureux.

Un autre moyen d'exprimer la douleur pour les ruminants est de minimiser son expression en restant stoïque ou en se couchant, l'animal qui ressent une douleur est alors souvent à l'écart du troupeau. Cette attitude aisément repérable est fréquemment un motif d'inquiétude et d'appel pour l'éleveur.

Enfin, à plus long terme, les animaux peuvent modifier leur comportement afin d'éviter que l'expérience douloureuse ne se reproduise : un apprentissage de la douleur existe donc chez les animaux. (27)

1.2.5. **Echelles visuelles et grilles d'évaluation de la douleur**

Les échelles de notation sont des outils très utilisées en médecine humaine afin d'évaluer la douleur de façon rapide et spécifique. Elles permettent de définir des seuils de décision thérapeutique tout en étant adaptées à chaque patient. Elles présentent l'avantage d'attribuer un nombre qui autorise ensuite l'utilisation d'outils de mesures et de statistiques (calculs de moyennes...). Néanmoins, pour pouvoir comparer des valeurs, il est primordial que l'opérateur soit toujours le même ou, à défaut, que les différents opérateurs aient été formés à la notation à l'aide de ces échelles. Dans le cas contraire, une douleur identique serait notée de façon très différente d'un opérateur à l'autre selon la perception de chacun.

On distingue des échelles de score numérique et des échelles visuelles analogiques.

- L'échelle de score numérique comprend plusieurs notes, chaque note correspondant à un degré de douleur. Elle est très simple d'utilisation mais repose sur la supposition que chaque division représente une augmentation ou une baisse égale de douleur exprimée cliniquement. Cette échelle fournit une variable discrète.
- L'échelle visuelle analogique est une barre horizontale graduée comprenant un curseur vertical que l'opérateur peut déplacer entre les deux extrémités, l'une correspondant à une douleur nulle et l'autre à une douleur insupportable. La note obtenue correspond à la valeur obtenue en mm sur laquelle l'opérateur a placé le curseur.

Cette échelle donne donc une variable continue.

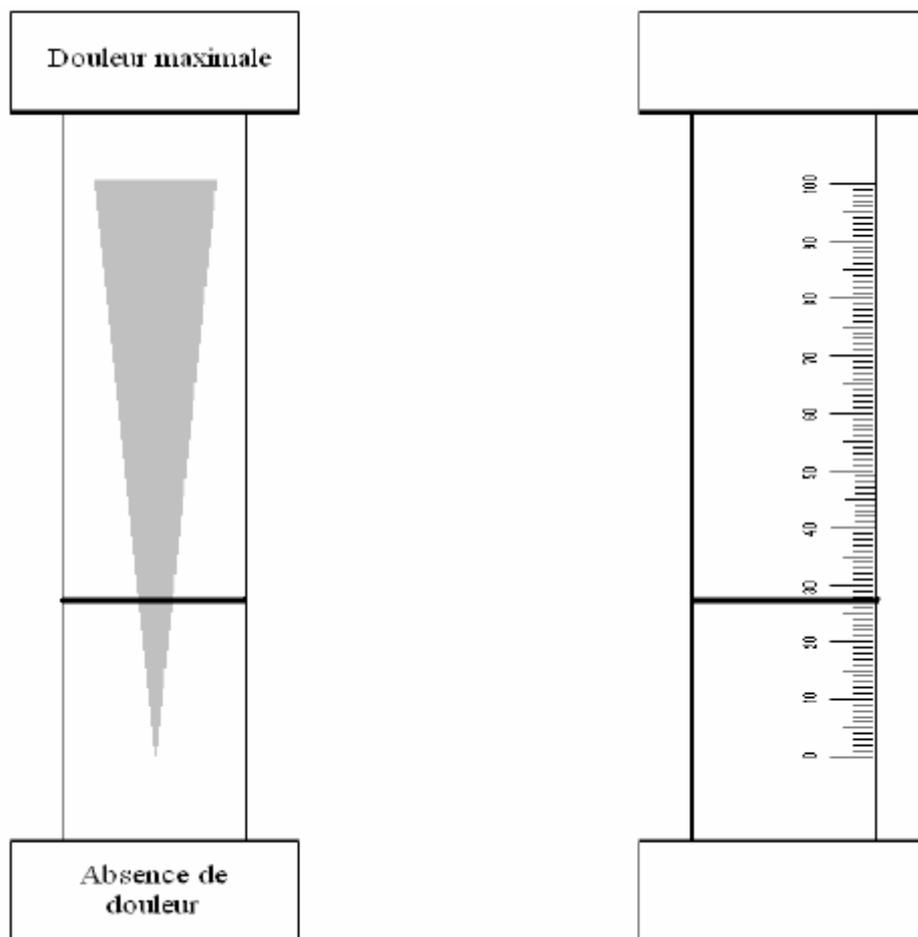


Figure 15 : échelle visuelle analogique (tiré de 8)

A gauche : recto de l'échelle, A droite : verso de l'échelle. Ici, le score obtenu est de 27mm.

Dans l'étude de Welsh et Nolan (41), les auteurs comparent les deux types d'échelles pour évaluer des boiteries chez la brebis. L'échelle de score numérique utilisée comprend 5 notes possibles, la note 0 étant attribuée à un animal qui ne boite pas et les notes de 1 à 4

correspondants à des boiteries d'intensités croissantes. L'échelle visuelle analogique mesure 10cm, le curseur devant être placé entre « ne boite pas » et « ne pourrait pas boiter davantage ».

Les deux opérateurs expérimentés mettent environ 3 minutes à évaluer la boiterie de chaque brebis, ce qui montre la difficulté de l'utilisation de ces échelles chez l'animal. Les auteurs notent néanmoins une bonne reproductibilité des mesures, de faibles variations entre opérateurs avec une sensibilité meilleure pour l'échelle visuelle analogique. Il est également intéressant de noter que les deux échelles ne sont pas interchangeables ; en effet, d'un observateur à l'autre, un score obtenu avec l'échelle numérique correspond à une valeur variable sur l'échelle visuelle analogique.

Pourtant, certaines études soulignent (8) qu'il est parfois difficile de relier une note à une douleur. Ainsi, une mesure de 0 mm sur une échelle visuelle analogique peut correspondre aussi bien à une absence de douleur qu'à une absence d'expression par la brebis voir de perception par l'opérateur. De même, certains comportements peuvent amener l'observateur à accroître le score de l'animal alors qu'ils sont liés à un stress ou à de l'inconfort. (11)

1.2.6. Electroencéphalogramme

Les modifications de fréquence spectrale de l'électroencéphalogramme (EEG) reflètent l'activité électrique du cortex associée à la nociception. Chez les patients humains, ces modifications sont bien corrélées à la douleur rapportée. Cette dernière ne pouvant être obtenue chez les animaux, les modifications de l'EEG pourraient être des indicateurs utiles pour évaluer la douleur animale.

Ong et al. (30) ont étudié l'effet d'une stimulation électrique nociceptive sur l'EEG de brebis. Les résultats indiquent qu'une stimulation électrique croissante, accompagnée d'une réaction de retrait de l'animal, produisent des modifications marquées de certaines caractéristiques du spectre de l'EEG. Ces conclusions semblent montrer que l'EEG pourrait être un moyen intéressant d'évaluer la douleur chez l'animal et la brebis en particulier. Toutefois, le matériel nécessaire n'est pour l'heure accessible qu'à un très faible nombre de structures.

1.2.7. **Température oculaire**

Certains auteurs proposent l'étude de la réponse du système sympathique à la douleur par la mesure de la température de l'œil à l'aide d'un thermomètre infrarouge.

La diminution de cette dernière serait due à une vasoconstriction des lits capillaires de la caroncule lacrymale et du bord postérieur de la paupière, médiée par le système sympathique. Chez le veau, Stewart et al. (37) ont observé quelques minutes après l'écornage une diminution significative de la température chez des animaux écornés sans analgésie en comparaison à des animaux non écornés ou des veaux écornés avec une anesthésie locale. Cette méthode non-invasive est toutefois sujet à débat car les résultats divergent selon les études. De plus, la relation physiopathologique entre la douleur et l'évolution de la température oculaire reste méconnue.

1.3. **Les différents stimuli utilisables en expérimentation animale**

Dans l'optique d'évaluer l'efficacité de traitements anesthésiques, ces différents paramètres sont étudiés en réponse à différents types de stimuli tels que :

- Stimulation thermique
- Stimulation physique
- Stimulation chimique
- Stimulation électrique.

Dans l'idéal, le stimulus choisi doit être quantifiable, reproductible et non-invasif. Son intensité, sa durée et son lieu d'application doivent pouvoir être maîtrisés par l'expérimentateur. Le choix du site de stimulation est important car chez l'homme comme chez l'animal, des différences en termes de sensibilité des tissus cutanées existent et doivent être prises en compte. Ainsi, son repérage anatomique et son historique sont essentiels.

Dans le meilleur des cas, le stimulus doit être :

- Spécifique : le stimulus doit être nociceptif et il doit être possible de différencier une réponse à un stimulus nociceptif d'une réponse à un stimulus non-nociceptif.
- Sensible : la réponse doit pouvoir être quantifiée et reliée à l'intensité du stimulus.
- Fiable : lorsque que les animaux sont retestés avec le même type de test, les valeurs obtenues doivent être similaires.
- Reproductible dans des conditions différentes. (18)

1.3.1. Stimulation thermique

L'utilisation de la chaleur comme stimulus nociceptif a fait l'objet de nombreuses études.

Les premières, portant sur le rat, consistaient à évaluer la douleur en chauffant une plaque de verre située sous l'animal. (18) La chaleur stimule alors les récepteurs cutanés jusqu'à l'obtention d'une réponse.

Chez la brebis, une étude (29) préconise l'utilisation de boucles auriculaires chauffantes pour évaluer l'efficacité de traitements anesthésiques. Les résultats semblent intéressants mais le matériel est très rapidement dégradé par les animaux au cours des tests.

L'inconvénient de la plupart des dispositifs utilisés est qu'ils induisent une vitesse de réchauffement de la peau trop lente ($<10^{\circ}\text{C}/\text{sec}$), ce qui constitue un biais pour l'étude des phénomènes neurologiques les plus fréquemment étudiés (réflexes, temps de réaction...). De plus, des très fortes variations sont observées en fonction du site de stimulation mais également de l'individu testé car les effets de la chaleur dépendent des propriétés de la peau (réflexion, conduction, température initiale, degré de pigmentation).

Depuis une dizaine d'années, les expériences dans ce domaine sont réalisées à l'aide de laser thermique à CO_2 . Celui-ci produit une radiation monochromatique de grande longueur d'onde qui est absorbée en quasi-totalité par la peau quelle que soit sa pigmentation et l'incidence de la radiation. Le laser fournit donc une source de chaleur instantanée, de taille et d'intensité constante dont les temps d'allumage et d'extinction du faisceau sont déterminés précisément, ce qui est très intéressant pour l'expérimentateur.

De tels dispositifs ont été utilisés avec succès chez le veau (40) et la vache laitière (12) mais ne sont pas accessibles financièrement dans la grande majorité des structures vétérinaires.

L'avantage principal du laser thermique à CO_2 est que les animaux ne sont pas nécessairement contenus, il n'y a pas besoin de les toucher ni même de les approcher au cours des tests : l'expérimentateur n'interfère donc pas ou très peu avec le comportement des animaux.

Néanmoins, l'animal testé doit rester debout durant la totalité de l'expérience et la zone testée doit être rasée et nettoyée avant les tests.

Veissier et al. estiment qu'un délai de 15 secondes entre deux mesures peut être considéré comme suffisant pour éviter l'habituation au stimulus. Cette même étude montre que le coefficient de variation intra-individuelle est de 36%, ce qui traduit une répétabilité satisfaisante. L'interférence de la température extérieure avec les résultats du test est

également analysée : l'étude conclut que cette relation est faible à condition de rester dans une gamme de température moyenne.

L'ensemble de ces travaux prouve que la stimulation thermique est un bon moyen d'évaluer l'efficacité de traitements anesthésiques mais le matériel nécessaire pour obtenir des résultats satisfaisants sur des animaux de grande taille comme les brebis est difficilement disponible.

1.3.2. Stimulation chimique.

Les agents chimiques algogènes sont clairement à part au sein des moyens d'engendrer un stimulus nociceptif. En effet, la stimulation est progressive, de longue durée et irréversible une fois qu'elle est appliquée. La douleur étudiée est alors chronique et non plus aiguë comme avec l'ensemble des autres stimuli. (18)

Notre travail portant sur des douleurs aiguës, nous ne nous sommes pas intéressés outre mesure à ce type de stimulation qui ne présente pas d'intérêt dans notre étude.

1.3.3. Stimulation électrique.

Ce type de stimulus présente l'avantage d'être quantifiable, reproductible et non-invasif. Néanmoins, ce n'est pas un stimulus semblable à ceux naturellement rencontrés par les animaux. De plus, il excite toutes les fibres nerveuses périphériques alors qu'un certain nombre ne sont pas impliquées dans la nociception. Les mesures obtenues dépendent de l'impédance des différents tissus stimulés et peuvent varier en présence d'autre milieu conducteur (l'urine par exemple). Des expériences menées sur le rat, la souris et le singe ont permis d'évaluer avec succès les effets analgésiques de la morphine à l'aide de stimuli électriques appliqués sur la queue ou la patte, la douleur étant alors déterminée par des réponses comportementales (vocalises, mouvement de retrait). (18)

1.3.4. Stimulation mécanique.

Ce type de stimulus est le plus instinctif pour l'expérimentateur et le plus proche de la réalité chirurgicale. Cependant, la conception d'un dispositif sûr d'usage et capable de quantifier la force appliquée est relativement complexe.

Welsh et al. (42) ont mis au point des bracelets gonflables placés sur les membres antérieurs de brebis, l'un servant de contrôle, l'autre possédant une pointe responsable du stimulus douloureux.

La réaction de retrait du membre de l'animal ou toute autre expression de nociception est reliée à la pression au sein du bracelet, celle-ci pouvant varier de 0 à 19N. Les auteurs observent que le positionnement du matériel sur le membre a une grande influence sur les résultats obtenus. Toutefois, ils concluent qu'à condition de prendre en compte les difficultés liés au fait de travailler sur des animaux de grande taille non contenus, les stimulations nociceptives mécaniques peuvent représenter une méthode fiable et reproductible pour l'évaluation d'anesthésiques chez le mouton.

Ce type de dispositif utilisé lors de travaux sur des brebis opérées par la ligne blanche et traitées par différents traitements anti-inflammatoires n'a pas permis de mettre en évidence de différence ni entre les traitements, ni entre les animaux témoins et les animaux traitées. Les auteurs émettent l'hypothèse que les changements centraux dans le processus nociceptif, évalués dans cette étude, ne peuvent être détectés par ce type de stimulus.

Pourtant, Ley et al. (22) ont montré une diminution du seuil de réaction au même stimulus mécanique sur le membre atteint de brebis souffrant de boiteries chroniques. Cette sensibilisation est mise en évidence pendant au moins 3 mois et ce malgré une guérison apparente. Néanmoins, cette étude signale aussi que les valeurs obtenues sur des animaux habitués à la procédure sont significativement plus élevées (habituation) et que, d'un troupeau à l'autre, les seuils de réaction à la stimulation mécanique sont très variables.

1.3.5. Filament de Von Frey.

Le dispositif de von Frey consiste en une tige qui est appliquée sur la peau avec une force croissante dans le but de créer un stimulus douloureux. Dans les appareils les plus anciens, sont utilisés de fins filaments qui se plient pour une force maximale donnée.

Les filaments de von Frey ont servi lors de travaux chez la brebis pour appliquer des forces connues et reproductibles d'un test à l'autre.

Lomax et al. (23, 24) utilisent deux filaments différents pour déterminer si les agneaux sont sensibles à des forces de 10 et 75 grammes en 9 points différents de la zone opérée lors de mulesing jusqu'à 8 heures après la chirurgie. Cette étude permet de montrer de façon significative l'intérêt de l'application d'une crème anesthésique dans la gestion de la douleur des agneaux après cette opération.

Chez le cheval, Marcia et al (25) appliquent des filaments préalablement calibrés de diamètre croissant sur des incisions chirurgicales réalisées au niveau de la cuisse. Les mesures sont effectuées en trois points de la plaie, chaque filament étant utilisé 3 fois à 3 secondes d'intervalle et sur le même site non incisé sur l'autre cuisse. Les tests se poursuivent jusqu'à réaction de l'animal pour un filament. Ce travail montre un seuil de réaction inférieur du côté incisé par rapport au côté témoin. De plus, les animaux ayant reçu de la kétamine par voie épidurale réagissent à un stimulus significativement plus important que les animaux n'ayant reçu qu'une anesthésie locale. Ces résultats tendent à valider l'usage du filament de von Frey dans ces conditions chez le cheval.

Ces systèmes présentent toutefois de nombreux désavantages, répertoriés par Möller et al. (26) :

- Les matériaux utilisés sont hygroscopiques. Ainsi, la force nécessaire à leur flexion est fonction de l'humidité et de la température lors des expérimentations. Ils doivent donc être recalibrés avant chaque utilisation.
- Les filaments se déforment relativement vite à l'usage.
- L'opérateur doit utiliser successivement des filaments de force croissante jusqu'à obtenir une réaction de l'animal. Ce procédé prend énormément de temps et peut conduire à une sensibilisation des tissus testés.
- Pour chaque filament, l'opérateur doit évaluer si l'animal réagit ou non. Ceci induit une grande part de subjectivité et peut entraîner des erreurs d'interprétation.

Par conséquent, des dispositifs électroniques ont été mis au point. Dans ces appareils, un embout rigide permet d'appliquer une force mesurée par ordinateur. Chez l'Homme, le point de réaction est signifié oralement par le patient ; chez l'animal, ce point est considéré comme atteint lorsque le sujet réagit ou se retire.

L'application de l'algomètre électronique doit être suffisamment lente pour que l'opérateur contrôle la force appliquée et diminue les effets de réaction-réflexe de retrait due à l'application de l'appareil. Idéalement, la pression devrait ainsi croître de façon linéaire.

Ce dispositif a été validé par Möller et al. chez le rat et montre une excellente répétabilité d'un opérateur à l'autre.

Cet appareil a également été utilisé avec succès chez le chien par Kukanich et al. (16) pour évaluer l'efficacité de la morphine en tant qu'analgésique.

Dans cette étude, la force maximale appliquée est de 1000 grammes. Les auteurs avertissent qu'une réaction au simple contact de l'embout ne doit pas être prise en compte comme résultat. En raison de l'aspect novateur de ce travail, différents points des membres ont été testés avant de procéder à l'expérience : le site finalement retenu est le coussinet carpien. Les autres sites testés (tubérosité tibiale, processus épineux, base de la queue, olécrane, pointe de l'épaule) présentaient soit trop de variabilité soit une pression nécessaire à l'obtention d'une réaction en ces points supérieure à la capacité de l'appareil.

Les auteurs notent que l'utilisation du filament de von Frey est bien tolérée par les animaux : aucune aversion, hyperalgésie ou comportement de retrait acquis ne sont observés. L'usage de l'appareil est décrit comme techniquement simple et d'usage sûr pour les animaux.

Ce dispositif paraît donc un outil intéressant d'évaluation de la douleur animale.

1.4 Problématique

Les attentes sociétales actuelles nécessitent pour les différents acteurs de la santé animale une meilleure connaissance de la douleur chez les animaux de production, tout en prenant en compte la réalité économique de la filière.

Toutefois, chez les petits ruminants et la brebis en particulier, peu de données sont disponibles, en raison du coût des traitements par rapport à la valeur économique des animaux, du manque de spécialités disposant d'une AMM pour cette espèce et du faible nombre de publications scientifiques sur l'efficacité des traitements anesthésiques. (36)

Chez la brebis, il existe de très nombreuses méthodes pour tenter d'évaluer l'analgésie ; cependant, les résultats sont rarement à la hauteur des espérances en termes de sensibilité et de spécificité. Par conséquent, aucun consensus ne se dégage encore autour de l'évaluation de la douleur chez la brebis.

Le filament électronique de von Frey a permis l'évaluation de protocoles analgésiques avec succès chez le chien (16), son utilisation chez la brebis pourrait permettre de faire progresser l'évaluation de l'analgésie chez cette espèce. Dans cette optique, notre travail s'est attaché à évaluer l'utilité du filament de von Frey électronique en tant que moyen de mesure de

l'analgésie chez la brebis au cours d'une étude comparative de deux techniques d'anesthésie locorégionale du flanc : le « L inversé » et la paravertébrale.

Cette comparaison a porté sur différents aspects techniques et pratiques : durée de réalisation par un expérimentateur débutant, délai d'apparition de l'anesthésie, intensité de celle-ci, surface anesthésiée et durée d'action de l'anesthésique local injecté.

Les résultats obtenus ont été analysés de façon statistique afin de valider l'usage du filament de von Frey électronique comme outil d'évaluation de la douleur chez la brebis de façon pratique.

Question posée

Quelles sont les différences en termes de délai d'apparition, de durée, d'intensité et de surface d'action entre deux techniques d'anesthésie locorégionale utilisables lors de césarienne chez la brebis : le « L inversé » et la paravertébrale proximale ?

Objectif principal

Comparer par plusieurs caractéristiques (délai d'apparition, durée, intensité et surface d'anesthésie) ces deux protocoles anesthésiques utilisables lors de césarienne par le flanc chez la brebis.

Objectifs secondaires

Valider l'utilisation du filament de von Frey chez la brebis.

2. Matériel et méthodes

2.1. Animaux

2.1.1. Caractéristiques (race, conditions de vie, provenance, alimentation)

Les brebis utilisées au cours de cette étude sont des animaux de race Tarasconnaise ou croisée Caussenarde du lot, destinées aux Travaux Pratiques de Césarienne.

Les animaux sont livrés par lots de 7 à 10 individus. Ils sont placés ensemble dans un box de 25 m² et nourris à volonté avec du foin et de l'eau, ainsi qu'une ration journalière de granulés d'aliment concentré.

Après l'opération, ces brebis sont placées dans des box individuels de 1.5m² avec de l'eau et du foin à volonté. Lors de la première semaine post-opératoire, les étudiants-chirurgiens sont chargés de procéder à un examen clinique quotidien de la brebis qu'ils ont opérée et d'administrer un traitement anti-inflammatoire (acide tolfénamique, Tolfine® : 2 mL par voie intraveineuse par jour pendant 5 jours) et antibiotique (cefquinome, Cobactan® : 2 mL par voie intramusculaire par jour pendant 5 jours).

2.1.2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Toutes les brebis ayant présenté des abcès de la paroi abdominale, possibles générateurs d'une douleur supplémentaire pouvant interférer avec la pression mécanique exercée à l'aide du filament de von Frey, sont exclues de l'expérimentation. De même, certaines brebis, très réactives et peu habitués au contact d'êtres humains, ont été exclues de l'étude.

Au final, 7 animaux dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-après sont retenus :

Tableau 2 : caractéristiques des animaux ayant participé à l'étude

Numéro de travail	Race	Date de la césarienne
2018	Tarasconnaise	Agnelage naturel
5002	Tarasconnaise	14 mars 2011
3072	Tarasconnaise	14 mars 2011
30188	Tarasconnaise	14 mars 2011
4051	Tarasconnaise	17 janvier 2011
5368	Croisée Caussenarde du Lot	21 mars 2011
49299	Croisée Caussenarde du Lot	21 mars 2011

Au cours de ce travail, 18 anesthésies (10 paravertébrales et 8 « L inversé ») sont réalisées sur ces 7 brebis.

Des enregistrements complets sont effectués lors de 10 anesthésies (5 en paravertébrale et 5 en « L inversé »).

Deux brebis (N° 5002 et 2018) sont testées avec les deux techniques d'anesthésie locorégionale et deux autres sont testées une fois pour une technique et deux fois pour l'autre (la brebis N°30188 reçoit deux « L inversé » et une paravertébrale, la brebis N°3072 reçoit deux paravertébrales et un « L inversé »).

2.2. Réalisation des expériences

2.2.1. Utilisation du filament de von Frey électronique

Pour obtenir une mesure la plus précise et exacte possible, la pression exercée avec le filament de Von Frey doit être perpendiculaire au flanc de la brebis et progressive.

Les manifestations d'une réaction positive à l'application du filament varient d'une brebis à l'autre : certaines tapent du pied pour exprimer la douleur alors que d'autres présentent des mouvements de retrait. L'interprétation de ces réactions est forcément subjective, c'est pourquoi l'opérateur a toujours été le même au cours de l'ensemble de l'étude.

Dès l'obtention d'une réaction de la brebis, le filament de Von Frey est retiré et la mesure obtenue est notée sur une feuille d'enregistrement (cf. annexe).

2.2.2. Réalisation des techniques anesthésiques

- Sites d'injections :

Après tonte de la totalité du flanc gauche et de la ligne du dos, une grille est tracée sur le flanc gauche ; elle comporte 4 carreaux de 2x2 cm de large et 5 carreaux de 2x2 cm de haut.

La ligne horizontale supérieure de la grille est parallèle à la ligne des processus transverses, 2 centimètres sous celle-ci ; la ligne verticale crâniale est perpendiculaire à cette dernière et tangente à la dernière côte.

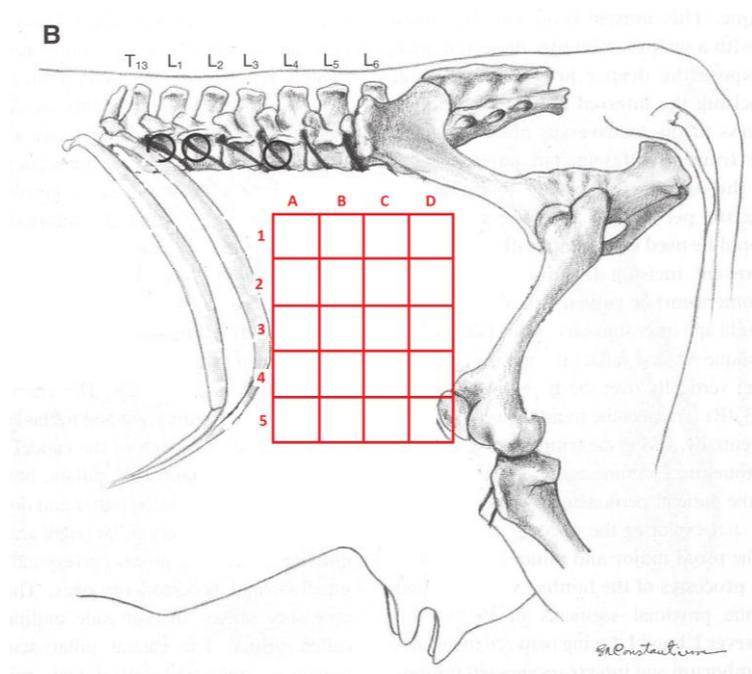


Figure 16 : représentation schématique de la grille de mesures (d'après 5)

La réalisation de la grille a lieu au minimum 24 heures avant l'expérimentation afin que le stress engendré n'influe pas sur les mesures.

Les cases D4 et D5 se trouvent, du moins en partie, sur le membre postérieur gauche de l'animal. Par conséquent, la stimulation de ces zones mettrait en jeu des nerfs que nous n'anesthésions pas. Il a donc été décidé de les écarter de l'ensemble des grilles afin de ne pas stimuler inutilement les animaux.

- Anesthésie locorégionale par bloc en « L inversé » :

A l'aide d'une aiguille de 18 Gauge, on réalise 15 injections de 1 ml réparties sur le « L inversé ». Huit de ces injections sont effectuées sur la ligne supérieure de la grille à l'aide de lidocaïne 2% (Lurocaïne®), les 7 autres injections se faisant sur la ligne verticale délimitant la grille crânialement. Les injections se font sur les intersections de lignes ainsi qu'au milieu de chaque carreau. Ainsi, sur la ligne supérieure, les injections se poursuivent jusqu'au milieu de la case D1 et sur la ligne verticale, elles se font jusqu'au milieu de A4.

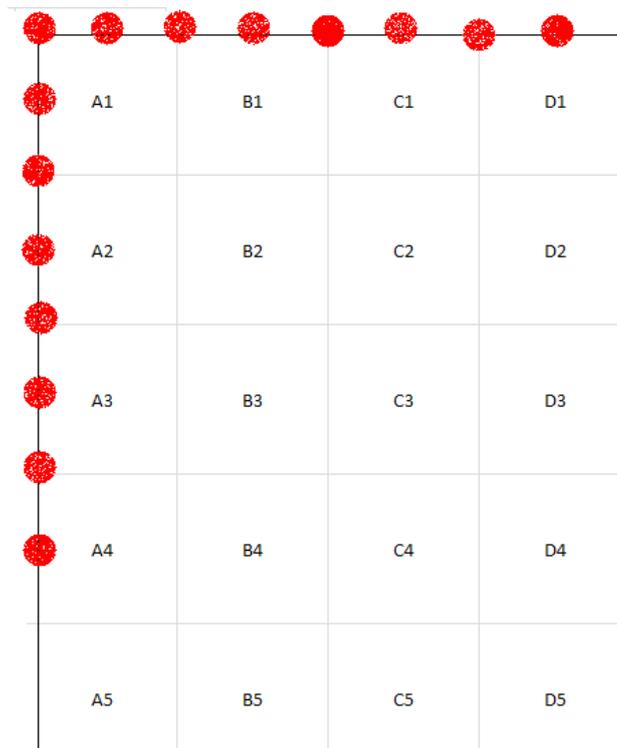


Figure 17 : sites d'injections lors d'anesthésie en Linversé

- Anesthésie locorégionale en paravertébrale proximale :

Nous avons choisi d'utiliser la méthode présentée par HODGKINSON O. et DAWSON L. dans (13).

Cette méthode nous paraît assez aisément réalisable en clientèle vétérinaire bien que méconnue et peu utilisée.

Afin d'utiliser la même quantité d'anesthésique que lors de la réalisation de « L inversé », nous avons adapté cette méthode en injectant 5mL entre T13 et L1, 5mL entre L1 et L2 et 5mL entre L2 et L3, ainsi que 2mL en deux points afin d'insensibiliser la zone d'injection. Ces injections se font avec des aiguilles de 18 Gauge.

2.2.3. Conditions expérimentales

Les expérimentations se déroulent au sein des hôpitaux des Ruminants de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, dans la salle dédiée aux petits ruminants.

Les brebis testées au cours de cette étude sont hébergées séparément dans un box de 1 mètre de large et 1.5 mètre de long. Elles sont toutes tondues sur le flanc gauche et au niveau des lombes.

Lors de l'expérience, la brebis est attachée à l'aide d'un licol mais conserve une certaine liberté de mouvement, ce qui permet une meilleure expression de la douleur.



Figure 18 : brebis avant réalisation des mesures
(noter la contention lâche, la zone de tonte et la grille tracée sur le flanc gauche.)

De plus, du foin leur est distribué avant le début de l'expérience afin de les distraire des mouvements de l'expérimentateur.

Les expériences sont toutes réalisées dans des conditions sonores identiques, seul l'expérimentateur est présent dans la pièce au moment des expériences.

Les 2 brebis testées au cours d'une même séance ont un contact visuel possible l'une avec l'autre.

Les expériences ont toutes lieu en soirée entre 17 et 20 heures.

2.2.4. Déroulement des mesures

Lors de chaque séance d'expérimentation, deux brebis (une par technique) sont testées en parallèle.

Préalablement à toute injection, la valeur nécessaire à l'obtention d'une réponse de la brebis au centre du flanc est mesurée à l'aide du filament de von Frey électronique.

Les manifestations d'une réaction positive à l'application du filament varient d'une brebis à l'autre : certaines tapent du pied pour exprimer la douleur alors que d'autres présentent des mouvements de retrait. Nous n'avons pas observé de vocalise au cours de cette étude.

Lorsque la stimulation d'une case n'entraînait aucune réaction de l'animal et ce quelle que soit la force appliquée à l'aide du filament, il a été décidé d'attribuer à cette case la valeur de 4000 grammes, qui correspond à la valeur à laquelle l'embout situé au bout de l'applicateur se plie sous la pression. C'est la force maximale applicable et mesurable par l'appareil.

Mesure de la durée de réalisation de la technique anesthésique :

La réalisation de la technique d'anesthésie est chronométrée, le chronomètre étant déclenché quand l'opérateur se dirige vers la brebis. Les seringues d'anesthésique local sont préparées et les aiguilles montées avant ce stade. La durée de réalisation de la technique comprend le temps de repérage des différentes structures osseuses.

Mesure du délai d'apparition de l'anesthésie :

Le chronomètre est remis à zéro dès la fin des injections d'anesthésiques.

A chaque minute, la pression nécessaire à l'obtention d'une réponse de la brebis est mesurée au centre du flanc (case B3) et l'anesthésie est considérée comme obtenue lorsque le seuil de réaction au centre du flanc est supérieur ou égal à 2500g.

Mesure de la surface anesthésiée :

Lorsque qu'une valeur supérieure ou égale à 2500 grammes est obtenue au centre de la grille, toutes les cases de la grille sont testées en respectant la séquence :

A2-C2-A4-C4-A1-D1-A5-C5-B1-A3-C3-B5-C1-D3-B2-B4-D2.

	A	B	C	D
1	6	10	14	7
2	2	16	3	18
3	11	1	12	15
4	4	17	5	
5	8	13	9	

Figure 19 : séquence des mesures sur la grille
(en grisé : légendes, en vert : cases non stimulées)

Cette séquence permet de couvrir rapidement la grille sans stimuler consécutivement deux points côte à côte.

Entre chaque nouvelle mesure, il est important d'attendre le retour au calme de la brebis pour obtenir des valeurs cohérentes. En effet, une brebis qui vient d'être stimulée sera beaucoup plus réactive. L'établissement d'une grille complète de mesures prend ainsi environ 6 minutes.

Mesure de la durée d'analgésie :

L'anesthésie est considérée effective à partir du moment où la valeur mesurée au centre de la grille avec le filament de von Frey électronique est supérieure ou égale à 2500 grammes.

La réalisation des mesures est arrêtée lorsqu'une grille ne comporte pas plus d'un point anesthésié (valeur supérieure ou égale à 2500g) et au maximum 3 heures après l'obtention d'une valeur supérieure ou égale à 2500g au centre de la grille.

3. Résultats

3.1. Validation du filament de von Frey comme outil d'évaluation de la douleur

3.1.1. Non-invasivité

Au cours de notre étude, aucune lésion liée à l'utilisation du filament de von Frey n'est observée : c'est donc un outil non-invasif d'évaluation de la douleur.

3.1.2. Spécificité de la réponse

A condition d'attendre que la brebis se calme entre chaque mesure, la réponse à une stimulation douloureuse peut être distinguée d'une réponse à un stimulus non-nociceptif.

3.1.3. Force nécessaire à l'obtention d'une réponse au centre de la grille avant toute anesthésie

3.1.3.1. Valeurs obtenues

Avant toute anesthésie, la force appliquée au centre du flanc pour obtenir une réaction est mesurée. Les 18 mesures que nous avons obtenues sont comprises entre 200 et 1900 grammes.

Néanmoins, il est important de noter que seules 4 valeurs sont supérieures à 1100 grammes :

- deux d'entre elles concernent des brebis testées le lendemain de la césarienne, elles étaient donc traitées par des anti-inflammatoires non stéroïdiens (acide tolfénamique, Tolfédine®) au moment de cette mesure. Ceci pourrait expliquer qu'elles soient moins réactives au stimulus douloureux.
- une autre présentait un abcès de paroi important suite à la césarienne datant de 12 jours.

- la dernière était une brebis de race Caussenarde du Lot, tellement inhibée par la présence humaine qu'aucune différence n'a jamais pu être observée entre les mesures avant et après anesthésie.

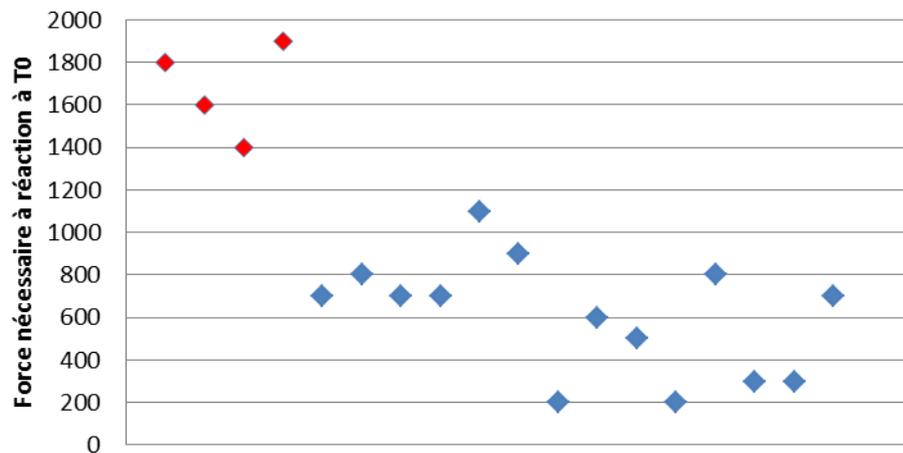


Figure 20 : répartition des forces nécessaires à l'obtention d'une réponse au centre de la grille avant toute anesthésie
Chaque point représente une brebis avant une anesthésie.

Sur ce graphique, chaque point montre la force nécessaire hors de toute anesthésie pour obtenir la réaction d'une brebis en stimulant le centre du flanc. Les points rouges représentent les brebis précisées plus haut : ces valeurs n'ont pas été prises en compte lors des analyses développées par la suite.

La force nécessaire pour obtenir une réaction d'une brebis hors de toute anesthésie en stimulant le centre de son flanc est en moyenne de 607 grammes (écart-type de 273 grammes). Chez 85.7% des 14 brebis retenues pour cette analyse, cette force est inférieure ou égale à 800 grammes.

Ce travail montre donc que, sur une brebis non anesthésiée et dans des conditions semblables à celles décrites dans cette étude, une stimulation au centre du flanc avec une force mesurée par le filament de von Frey inférieure à 1100 grammes doit entraîner une réaction systématique de la brebis.

Des animaux présentant des lésions importantes telles que des abcès de paroi, des animaux sous traitement anti-inflammatoire ou des animaux non habitués à l'homme pourront néanmoins présenter des valeurs très différentes.

3.1.3.2. Influence de l'historique médical des animaux sur cette force

Les animaux utilisés au cours de cette étude sont des brebis ayant été opérées par césarienne à but pédagogique, ces chirurgies sont réalisées par les étudiants de 4^{ème} année.

Il paraît légitime de penser que ces interventions chirurgicales ont une influence sur les résultats obtenus, l'objectif est donc d'examiner une relation entre le laps de temps séparant nos mesures de la césarienne et la force nécessaire pour obtenir une réaction de la brebis en stimulant le centre de la grille.

Les animaux spécifiés dans le paragraphe précédent n'ont pas été retenus ici. De plus, la brebis n° 2018 ayant agnelé naturellement a été retirée de cette analyse qui porte donc sur 10 séries de mesures.

Notre hypothèse est qu'une brebis opérée récemment était plus sensible et réagit donc à une valeur plus faible sans toutefois savoir combien de temps ce phénomène pouvait perdurer.

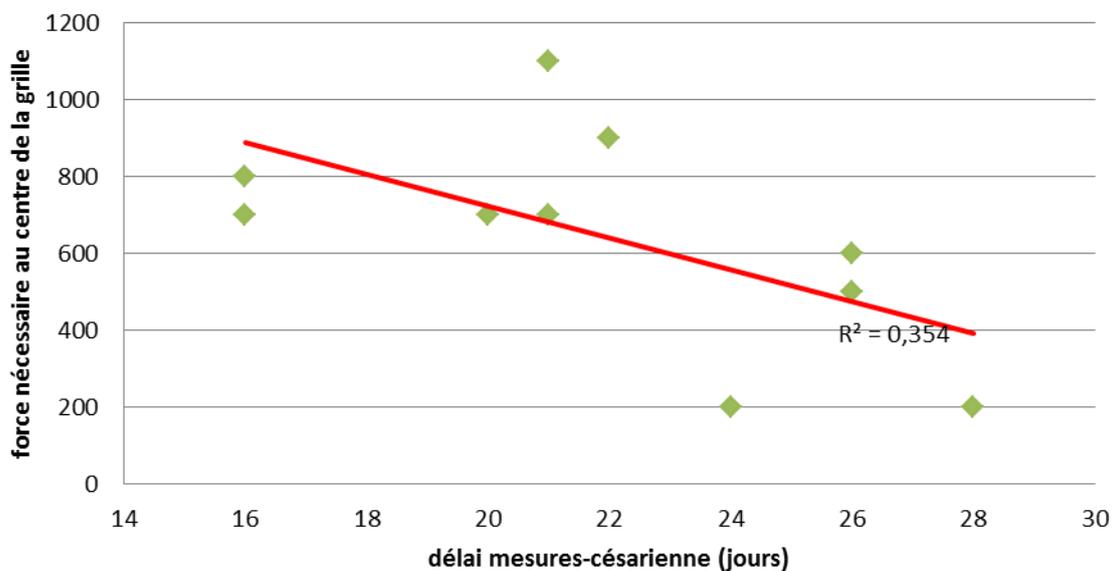


Figure 21 : relation graphique entre la force nécessaire à T0 et le délai par rapport à la césarienne
Chaque point représente une brebis avant une anesthésie.

La valeur du coefficient de corrélation ($R = -0.59$) semble indiquer qu'il n'existe pas de relation nette entre la force mesurée à T0 et le délai par rapport à la césarienne. Ce résultat ne peut s'interpréter qu'entre 14 et 28 jours après l'opération chirurgicale en raison du biais engendré par le traitement anti-inflammatoire lors de la première semaine post-opératoire et de l'absence de données récoltées lors de cette étude au cours de la seconde semaine.

3.1.3.3. **Influence de la force à T0 sur le délai d'apparition de l'anesthésie**

Compte tenu des variations de la force à T0 observées d'une brebis à l'autre (de 200 à 1100 grammes), il convient de se demander si cette force intervient sur le délai d'apparition de l'analgésie. En d'autres termes, une brebis plus sensible à la stimulation mécanique exercée par le filament de von Frey mettra-t-elle plus de temps à être anesthésiée ?

Nous avons déjà montré que la technique utilisée influait sur le temps de latence de l'anesthésie ; ainsi, le délai d'apparition de l'analgésie est ici étudié comme une fonction de la technique et de la force nécessaire à T0.

Le test utilisé est une Anova à 2 facteurs croisés.

Les animaux sont répartis en trois classes selon la force mesurée à T0 :

- Les brebis dont la force à T0 est comprise entre 300 et 600 grammes (3 animaux) : brebis très sensibles.
- Les brebis dont la force à T0 est de 700 à 900 grammes (7 animaux) : brebis sensibles.
- Les brebis dont la force à T0 est supérieure ou égale à 1100 grammes (3 animaux) : brebis assez peu sensibles.

Ces classes ont été construites de façon à être représentatives de ce que nous observions tout en étant relativement homogènes en termes d'effectifs.

Le test montre une interaction non significative entre la technique et la force à T0.

Par conséquent, le L inversé permet une anesthésie plus rapide et ce, quelle que soit la force à T0. De plus, il signale un effet significatif de la force à T0 sur le délai d'apparition de l'analgésie ($p < 0.05$). Toutefois, ces résultats sont à apprécier avec prudence en raison du faible nombre d'animaux au sein de chaque classe et de la construction même de ces groupes qui nous obligent à séparer des animaux présentant des forces à T0 de 600 et 700 grammes alors que la sensibilité de l'appareil est de 100 grammes.

Ainsi, dans le cadre d'une pratique courante, l'utilisation du filament de von Frey avant l'opération chirurgicale pourrait apporter une information intéressante au praticien sur le temps nécessaire à la mise en place de l'anesthésie.

3.1.3.4. Evolution de la force à T0 au cours du temps sur des animaux non anesthésiés

L'objectif est ici de voir comment évoluent les forces obtenues en un point au cours du temps sur des animaux n'ayant pas reçu d'anesthésiques.

La validation du filament de von Frey comme outil d'évaluation de la douleur requiert en effet l'absence d'hyperalgésie (diminution des valeurs au cours du temps) ou d'habituation (augmentation de ces valeurs).

Les deux brebis incluses dans cette analyse ont subi des injections de placebo : l'une par voie paravertébrale, l'autre en « L inversé ». Ces deux animaux ont été opérés la veille et étaient donc sous traitement anti-inflammatoire lors des essais.

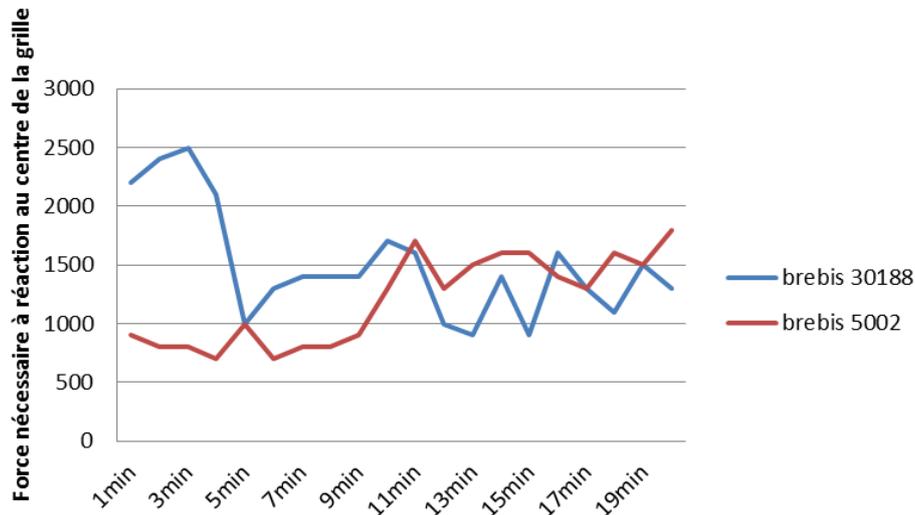


Figure 22 : évolution au cours du temps de la force nécessaire à réaction hors de toute anesthésie

Visuellement, il ne semble pas y avoir de tendance nette mais le très faible nombre d'animaux interdit toute conclusion.

3.1.3.5. Evolution de la force nécessaire à l'obtention d'une réaction au cours d'une séquence de mesures

L'objectif est ici d'évaluer l'existence d'une hyperalgésie ou d'une habituation au cours d'une séquence de mesures. Ainsi, nous pourrions déterminer si l'établissement de la grille a une influence sur les valeurs obtenues : un point situé en fin de séquence a-t-il systématiquement

une valeur plus importante (habituatation) ou plus faible (sensibilisation) qu'un point situé en début de séquence ?

Cette question est donc étudiée sur l'ensemble des grilles à T0, T30 et T60 en suivant la séquence de mesures.

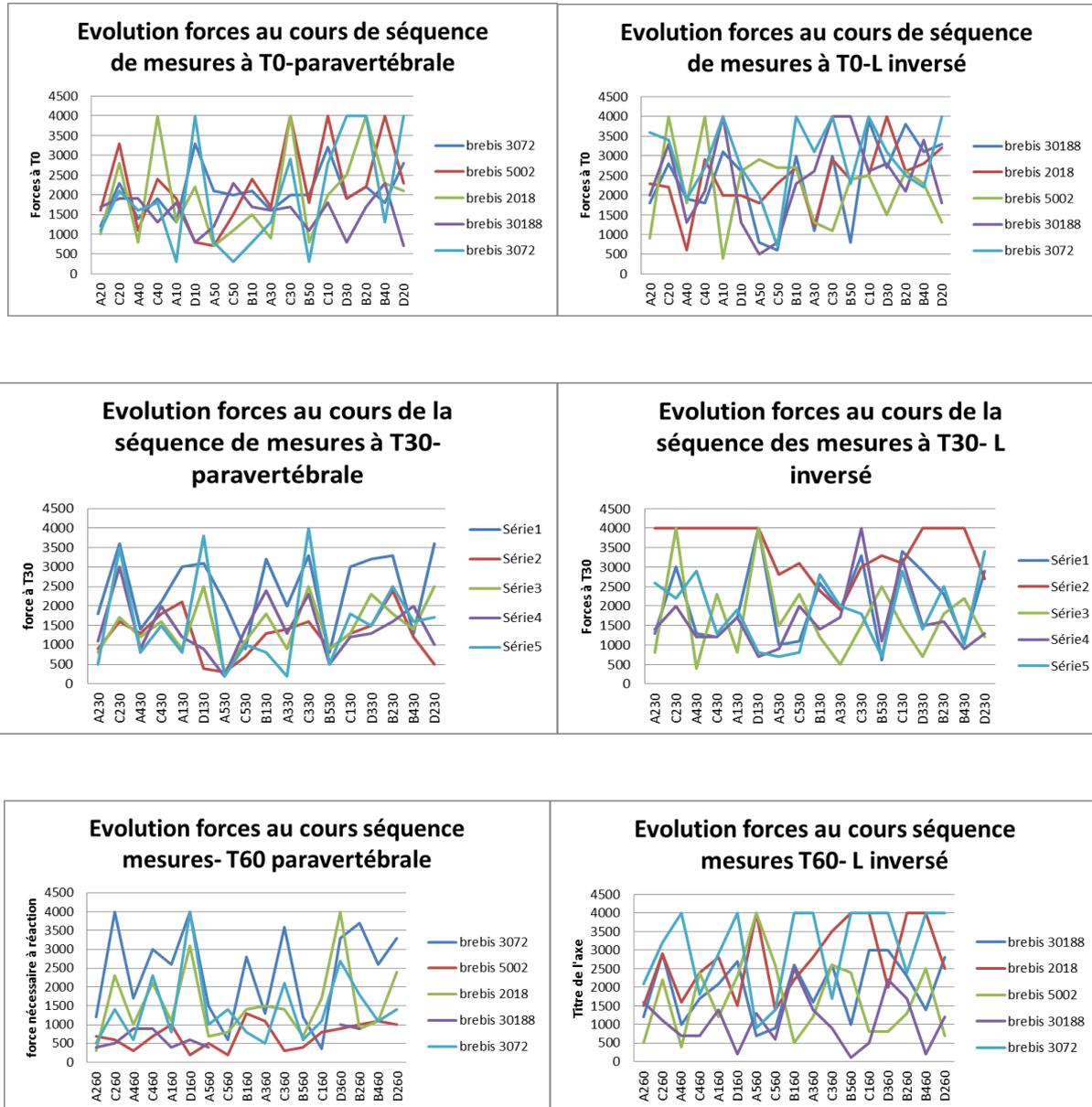


Figure 23 : évolution de la force nécessaire à l'obtention d'une réaction au cours de la séquence de mesures à T0, T30 et T60

Les graphiques de la colonne de gauche sont obtenus lors d'anesthésie paravertébrale, ceux de la colonne de droite lors d'anesthésie en « L inversé ». Les points des différentes courbes sont artificiellement reliés pour faciliter la lecture.

L'examen de l'ensemble des courbes montre que pour aucune d'entre elles, il n'y a de tendance progressive vers l'augmentation ou la diminution au cours de la séquence de mesures.

Il semblerait donc que la stimulation à l'aide du filament de von Frey n'entraîne, au cours de nos expérimentations, ni habituation ni sensibilisation.

3.2. Comparaison de deux techniques d'anesthésie locorégionale du flanc

3.2.1. Durée de réalisation des techniques

Au cours des expériences réalisées dans cette étude, la réalisation de l'anesthésie paravertébrale dure en moyenne 189.3 secondes (écart-type de 51.4sec).

Pour l'anesthésie en « L inversé », cette durée est de 177,9secondes en moyenne (écart-type de 62,4sec).

L'utilisation d'un test de Student montre que cette différence est non significative ($p=0.57$).

Ce résultat tend à prouver qu'en pratique, la réalisation de la paravertébrale n'est pas plus longue que celle d'un « L inversé », le temps passé à prendre les repères anatomiques étant compensé par le nombre plus faible de points d'injection.

3.2.2. Apparition de l'anesthésie

3.3.2.1. Délai d'apparition de l'anesthésie

Suite à une anesthésie paravertébrale, le temps de latence avant l'obtention d'une force nécessaire à une réaction de la brebis supérieure ou égale à 2500 grammes est en moyenne de 11 minutes et 40 secondes (écart-type de 4 minutes et 43 secondes).

Suite à une anesthésie en « L inversé », ce délai est de 6 minutes 34 secondes (écart-type de 3 minutes et 16 secondes).

La réalisation d'un test de Student montre que cette différence observée est significative ($p<0.05$).

3.3.2.2. Mise en place de l'anesthésie

L'installation de l'anesthésie est examinée par l'évolution de la force nécessaire au centre de la grille pour obtenir une réaction, avant l'installation de l'analgésie, c'est-à-dire avant de mesurer une force supérieure à 2500 grammes.

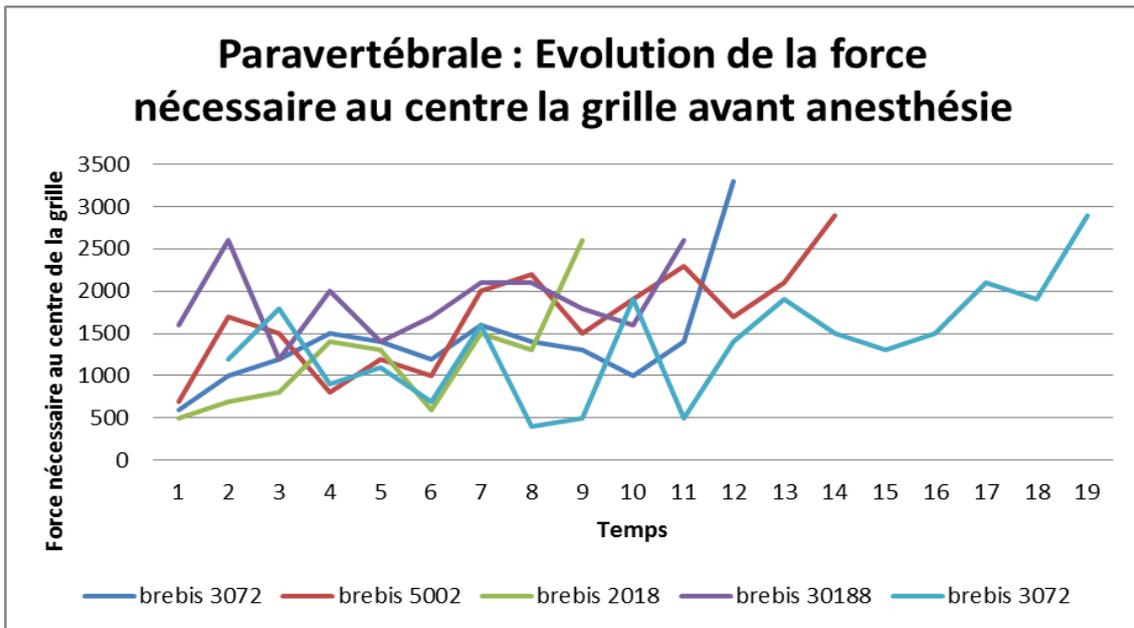


Figure 24 : évolution de la force nécessaire à l'obtention d'une réaction lors de l'installation d'une anesthésie paravertébrale

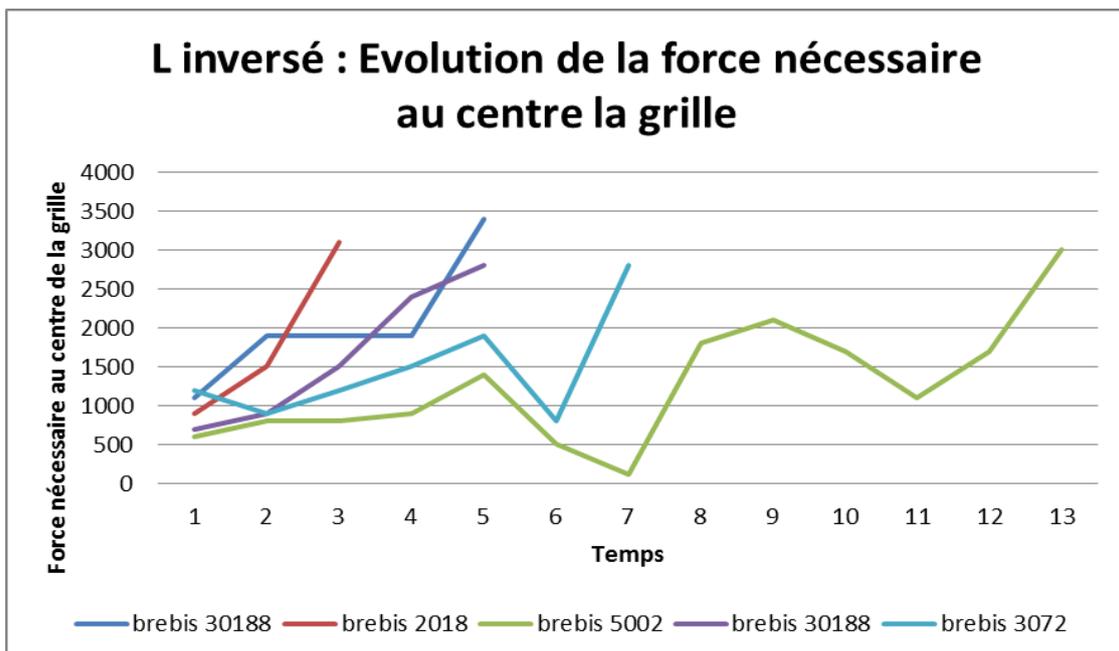


Figure 25 : évolution de la force nécessaire à l'obtention d'une réaction lors de l'installation d'une anesthésie en « L inversé »

L'examen visuel de ces deux graphiques montre une différence entre les deux techniques. En effet, avec la paravertébrale, les valeurs semblent osciller de façon aléatoire avant d'arriver à la valeur seuil de 2500 grammes. Au contraire, avec le « L inversé », la force nécessaire à l'obtention d'une réaction au centre de la grille semble augmenter progressivement au cours du temps jusqu'à atteindre ce seuil. Aucune analyse statistique ne nous est apparue pertinente pour examiner ce point.

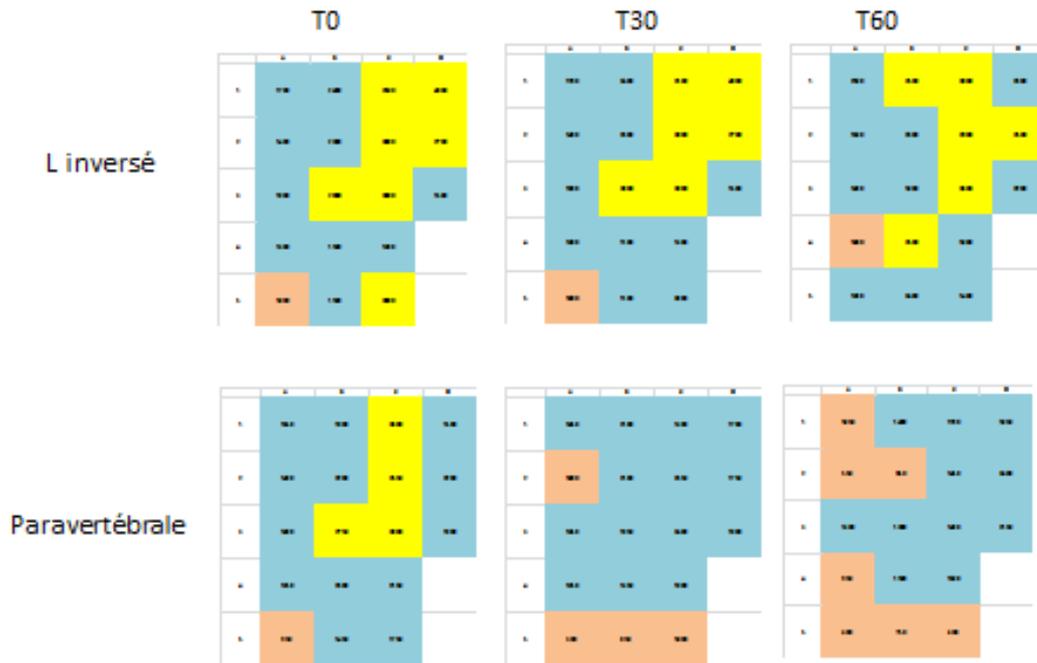
3.2.3. **Evaluation de la surface anesthésiée**

Afin de diminuer l'effet de valeurs extrêmes dues au comportement des brebis ou à l'appareil (limite imposée de 4000 grammes), l'intensité de l'anesthésie a été étudiée en travaillant sur les forces médianes. Les tests statistiques effectués dans cette partie sont des tests de Student. Ils sont réalisés sur les logarithmes des forces afin de travailler sur des séries de variances homogènes.

La force maximale pour obtenir une réaction de la brebis au centre du flanc étant de 1100 grammes, cette valeur a été retenue comme seuil minimum pour considérer un point comme anesthésié. La valeur de 2500 grammes a été retenue comme seuil minimum pour considérer un point parfaitement anesthésié.

Sur le graphique suivant, une case de la grille est colorée :

- En rosé, si la force médiane pour obtenir une réaction est strictement inférieure à 1100 grammes.
- En bleu, si cette force médiane est comprise entre 1100 et 2500 grammes.
- En jaune, si elle est supérieure ou égale à 2500 grammes.



En jaune : médiane >2500g, en bleu : 1100-2500g, en rosé <1100g

Figure 26 : force médiane nécessaire à l'obtention d'une réaction, selon les techniques anesthésiques et au cours du temps avec des seuils de 2500 et 1100 grammes

L'examen visuel de ces grilles nous a amené à estimer le seuil de 2500g comme trop discriminant. En l'absence de publications sur l'utilisation du Von Frey dans ces conditions, le choix de cette valeur comme seuil d'anesthésie était au départ arbitraire et principalement dicté par l'appareil. Il nous paraît judicieux d'en changer pour choisir comme valeur minimale 2000 grammes (pour considérer un point comme anesthésié).

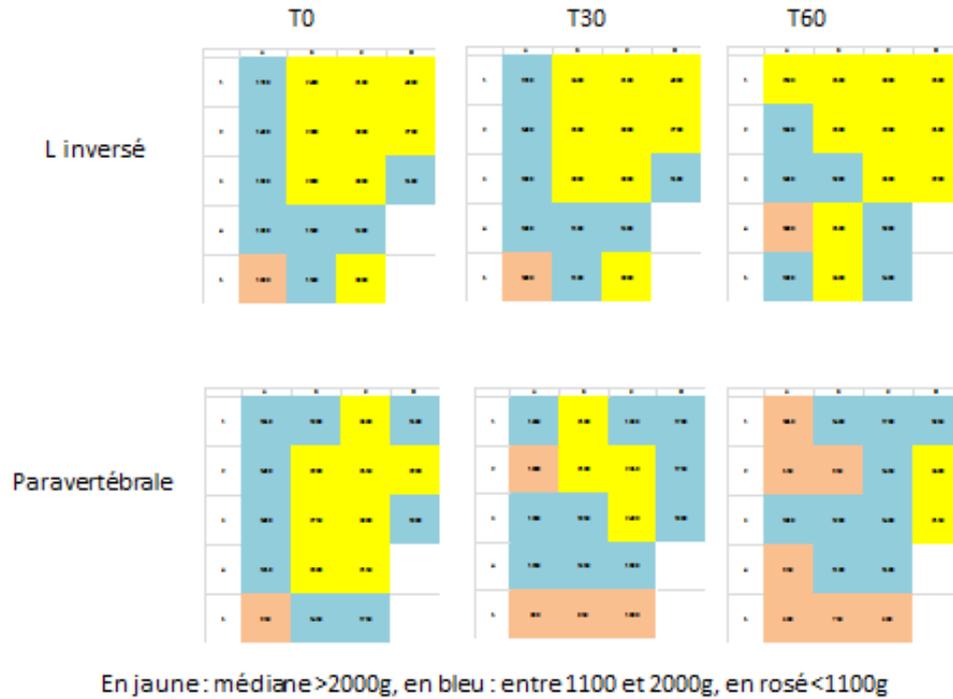


Figure 27 : force médiane nécessaire à l’obtention d’une réaction, selon les techniques anesthésiques et au cours du temps avec des seuils de 2000 et 1100 grammes

L’analyse des résultats case par case ne présente que très peu d’intérêt pratique et se révèle ininterprétable en raison du faible nombre d’animaux. Les données sont donc analysées par colonnes afin de suivre au mieux les trajets anatomiques des fibres nerveuses du flanc.

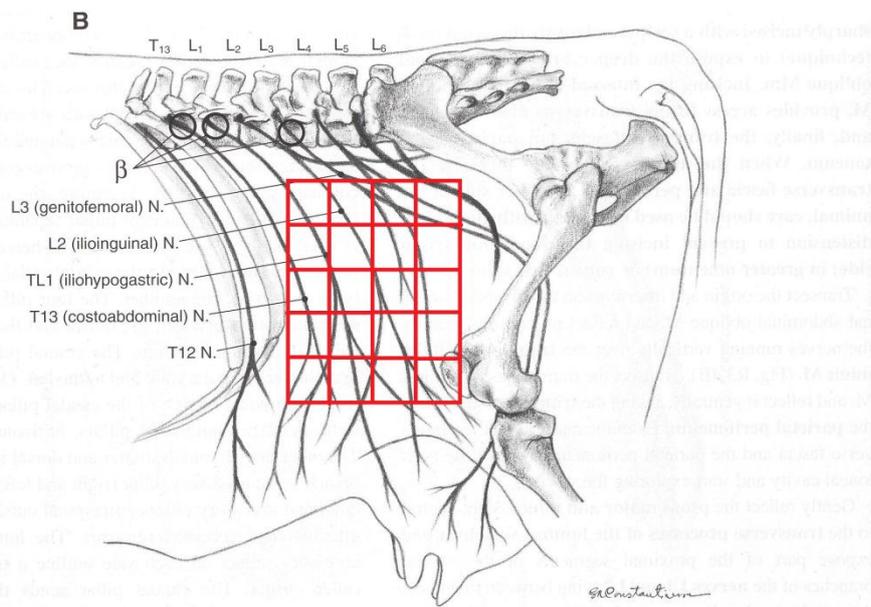


Figure 28 : représentation schématique de la grille de mesures et des structures nerveuses impliquées (d’après 5)

Les colonnes sont notées de A à D de l’avant de l’animal vers l’arrière, les lignes de 1 à 5 du dos vers le ventre.

Tableau 3 : forces médianes nécessaires à réaction par colonnes, à T0, T30 et T60

		« L inversé »	Paravertébrale	Valeur de p (Student)
T0	Colonne A	1900	1300	0.044
	Colonne B	2700	2200	0.017
	Colonne C	2700	2100	0.48
	Colonne D	2700	2200	0.23
T30	Colonne A	1700	900	0.07
	Colonne B	2300	1600	0.12
	Colonne C	2300	1700	0.09
	Colonne D	2700	1700	0.48
T60	Colonne A	1500	800	0.002
	Colonne B	2200	1100	0.075
	Colonne C	2200	1100	0.035
	Colonne D	2300	2400	0.75

Les cases en jaune correspondent aux valeurs supérieures ou égales à 2000g, les cases en bleu correspondent aux valeurs significatives ($p < 0.05$)

La grille a été découpée en zones d'intérêt : zone d'incision lors de césarienne par le flanc gauche et colonne A.

Dans un souci d'intérêt pratique pour les cliniciens, l'analyse de la zone incisée lors de césarienne par le flanc gauche nous paraît primordiale. Cette zone a été définie d'après (39) comme l'ensemble des cases B2-B3-B4-C2-C3-C4.

- A T0, la force médiane nécessaire sur cette zone est de 2350 grammes lors d'anesthésie paravertébrale et de 2850 grammes lors d'anesthésie par « L inversé ». La réalisation d'un test de Student montre que cette différence est non significative ($p > 0.05$).
- A T30, ces valeurs sont respectivement de 1950 grammes lors de paravertébrale et 2300 grammes lors de « L inversé », l'écart n'est pas significatif ($p > 0.05$). A cet instant, selon les critères retenus, la zone considérée est encore anesthésiée suite au « L inversé » mais plus suite à la paravertébrale.
- A T60, les forces médianes sont de 1200 grammes pour la paravertébrale et de 2200 grammes pour le « L inversé » et cette différence est significative ($p = 0.045$).

Selon nos critères, l'anesthésie est encore efficace dans cette zone avec le « L inversé » mais plus du tout avec la paravertébrale.

Tableau 4 : récapitulatif des forces médianes avant réaction sur la zone d'incision lors de césarienne.

	« L inversé »	Paravertébrale	
T0	2850 g	2350 g	Non significatif
T30	2300 g	1950 g	Non significatif
T60	2200 g	1200 g	p=0.045

Les cases en jaune correspondent à celles pour lesquelles l'anesthésie est considérée comme parfaitement réalisée.

La colonne A semble présenter une anesthésie moindre que l'ensemble de la grille.

Tableau 5 : récapitulatif des résultats obtenus sur la colonne A1-A2-A3-A4

		« L inversé »	Paravertébrale	
T0	Nombre de valeurs $\geq 2000g$	11/25	1/25	
	Force médiane	1900	1300	p= 0.044
T30	Nombre de valeurs $\geq 2000g$	7/25	4/25	
	Force médiane	1700	900	p=0.007
T60	Nombre de valeurs $\geq 2000g$	9/25	1/25	
	Force médiane	1500	800	p=0.002

Aucune force médiane n'est supérieure à 2000 grammes, seuil minimum d'anesthésie parfaitement réalisée. La colonne A (A1-A2-A3-A4-A5) présente donc une anesthésie mauvaise à moyenne quelle que soit la technique examinée.

3.2.4. Durée d'anesthésie

3.3.4.1. Analyse à l'échelle de la grille

Ici, les données prises en compte concernent l'ensemble des points de la grille. L'anesthésie est effective à un instant T si la grille réalisée à cet instant comporte au moins un point pour lequel la mesure est supérieure ou égale à 2000 grammes.

L'anesthésie obtenue par la paravertébrale dure en moyenne 102 minutes (écart-type de 58.5 minutes) contre 90 (écart-type de 36.7 minutes) pour le « L inversé », sans que cette différence ne soit significative ($p > 0.05$).

3.3.4.2. Analyse à l'échelle d'une case.

Un point est estimé anesthésié à un instant T si la force nécessaire pour obtenir une réaction de la brebis en stimulant ce point à cet instant est supérieure ou égale à 2000 grammes.

Compte tenu de la sensibilité de l'appareil (100 grammes), une différence de 200 grammes est acceptée entre deux valeurs successives si la seconde est supérieure.

Par exemple, si sur un point, la force médiane nécessaire est de 2500 grammes à T0, 1900 grammes à T30 et 2100 grammes à T60, ce point sera considéré anesthésié à 60 minutes.

De même, si la force est inférieure à 2000 grammes à un instant, mais supérieure à 2000 grammes en au moins deux instants successifs, l'anesthésie sera considérée comme continue.

(exemple : pour une même case, la force médiane nécessaire à T0 est de 2800 g, 1700 g à T30, 2300 g à T60 et 2200 g à T90 : ce point est considéré anesthésié à 90minutes.)

Pour ne pas confondre les points jamais anesthésiés des points anesthésiés uniquement à T0, les données statistiques tiennent compte de l'instant suivant la dernière anesthésie. Ainsi, pour un point anesthésié à T0 mais plus à T30, l'anesthésie sera estimée à 30 minutes.

La grille est également découpée en zones d'intérêts dans ce paragraphe.

La zone correspondant à l'incision de césarienne par le flanc gauche présente une anesthésie pendant 54 minutes avec la paravertébrale et 66 minutes avec le « L inversé ». L'analyse statistique révèle que cette différence est non significative ($p > 0.05$).

Tableau 6 : récapitulatif des différences observées entre les deux techniques

		Paravertébrale	L inversé	
Durée de réalisation		3 min 9 s	2 min 58 s	Non significatif
Temps de latence		11 min 40 s	6 min 34 s	p<0.05
Durée d'anesthésie globale		102 min	90 min	Non significatif
Durée d'anesthésie de la zone d'incision de césarienne		54 min	66 min	Non significatif
Force médiane nécessaire à réaction (ensemble de la grille)	T0	1900 g	2600 g	p= 0.03
	T30	1500 g	2000 g	p=0.001
	T60	1100 g	2100 g	p= 0.003
Force médiane nécessaire à réaction (zone d'incision lors de césarienne)	T0	2350 g	2850 g	Non significatif
	T30	1950 g	2300 g	Non significatif
	T60	1200 g	2200 g	p= 0.045

3.2.5. Relation entre l'historique médical et le niveau de sensibilité de la brebis :

Le but de ce paragraphe est de voir s'il existe une relation entre l'ensemble des forces mesurées après anesthésie sur une brebis et son historique médical : une brebis opérée récemment a-t-elle un niveau de sensibilité global différent d'une brebis opérée il y a plus longtemps, et ce même sous anesthésie ?

Dix séries de mesures seront ici analysées, elles concernent 4 brebis opérées entre 16 et 26 jours avant le test et une brebis jamais opérée.

Pour examiner ce point, nous avons travaillé sur les médianes de toutes les mesures des grilles obtenues à T0, T30 et T60 afin de limiter l'impact des valeurs extrêmes et de gommer la limitation « artificielle » des mesures à 4000 grammes qui est la limite de l'appareil. Les grilles à T90, T120, T150 et T180 n'étant pas obtenues pour tous les animaux, elles sont écartées de cette étude.

Les animaux sont répartis en 3 classes selon le délai entre les mesures et la césarienne :

- Les brebis opérées il y a moins de 17 jours (2 animaux)
- Les brebis opérées entre 17 et 23 jours (4 animaux)
- Les brebis opérées il y a plus de 23 jours (4 animaux)

Une analyse de type Anova à 2 facteurs croisés est réalisée.

Un effet significatif de la technique sur la force médiane ($p=0.017$) est mis en évidence. En revanche, le délai par rapport à la césarienne n'a pas d'effet significatif sur cette force ($p=0.091$).

Ceci montre donc :

- Que la technique anesthésique utilisée influe de façon significative sur la force médiane nécessaire pour obtenir une réaction des animaux. Ainsi, d'après les résultats présentés au paragraphe précédent, le « L inversé » paraît entraîner une anesthésie plus intense que la paravertébrale.
- Qu'il n'existe pas de relation entre le délai par rapport à la césarienne et la force médiane nécessaire à une réaction. Ainsi, une brebis opérée récemment n'aurait pas un niveau de sensibilité plus important qu'une brebis opérée plus anciennement, dans nos conditions expérimentales.

4. Discussion

4.1. Limites de l'expérimentation

Cette étude présente de nombreuses limites inhérentes à sa réalisation :

- Le nombre d'animaux est faible, ce qui confère une faible puissance aux tests statistiques utilisés. De plus, ces animaux ont été opérés (césarienne) par des étudiants différents : les chirurgies effectuées ont donc eu des durées et des réalisations variables, ce qui pourrait influencer sur la douleur post-opératoire des brebis.
- L'expérimentateur ne possédait au début de l'étude qu'une faible expérience des techniques d'anesthésie locorégionale.
- La réponse des brebis au stimulus mécanique n'a pas été quantifiée ; ceci aurait pourtant apporté des informations supplémentaires sur l'analgésie des animaux.
- Les essais n'ont pas pu être menés en double aveugle : l'expérimentateur savait donc quelle technique anesthésique avait été réalisée sur la brebis qu'il testait.
- L'utilisation du filament de von Frey, comme tout autre stimulus, induit une certaine part de subjectivité dans les résultats. En effet, elle nécessite d'observer les réactions des brebis et d'en déduire si ces réactions sont ou non liées à une douleur.
- L'objectif même de ce travail n'autorisait pas le choix du site d'application du filament de von Frey ; or, il n'existe, à notre connaissance, pas d'autres études utilisant des stimuli mécaniques sur le flanc. Le lieu de stimulation est pourtant cité dans plusieurs études (16) comme un important facteur de variations des valeurs mesurées à l'aide du filament de von Frey.

4.2. Validation du filament de von Frey

Le filament de von Frey remplit les conditions pour être un bon outil d'évaluation de la douleur chez la brebis (18) :

- Il est non-invasif.
- Une réponse positive est différenciable d'une réponse à un stimulus non douloureux.
- L'usage répété de l'appareil n'entraîne ni aversion, ni habituation, ni sensibilisation.

La stimulation du centre du flanc gauche à l'aide du filament de von Frey devrait, sur une brebis debout, peu contenue et non anesthésiée, entraîner une réaction à partir de 1100 grammes maximum.

Une force supérieure ou égale à 2000 grammes serait nécessaire à l'obtention d'une réaction lorsqu'un point anesthésié est stimulé.

Ces valeurs sont à considérer avec précaution car les conditions expérimentales de cette étude ne correspondent pas aux conditions d'une pratique vétérinaire courante. En effet, dans de nombreuses cliniques vétérinaires, les césariennes de brebis par le flanc sont effectuées sur des animaux en décubitus latéral et dont les membres sont attachés à la table d'opération. Des essais mériteraient d'être réalisés dans de telles conditions afin de vérifier ou modifier les valeurs obtenues ici. Cependant, le décubitus augmente les difficultés d'évaluation de la douleur.

Le seuil de 2000 grammes mérite lui aussi discussion. En effet, cette valeur a été utilisée dans ce travail afin de souligner les différences entre les deux techniques anesthésiques mais reste arbitraire.

L'expression fruste de la douleur chez la brebis, conjuguée à la difficulté d'utilisation du filament de von Frey électronique, conduit inévitablement à l'obtention d'un certain nombre de valeurs aberrantes. Ainsi, au cours de cette étude, un point non anesthésié à T30 pouvait présenter une réaction pour une force supérieure à 2500 grammes à T60. Ceci nous a amené à décider des conditions particulières pour déterminer la durée d'anesthésie en un point.

Dans le cadre de ce travail, les forces appliquées avant d'obtenir une réaction des brebis après anesthésie varient entre 200 (brebis non anesthésiée) et 4000 grammes (force maximale applicable), avec une médiane à 1700 grammes sur l'ensemble des grilles à T0, T60 et T90.

Ces valeurs doivent être comparées à celles mesurées dans d'autres études.

Ainsi, lors de l'utilisation de filament de von Frey non-électronique chez le chien, Kukanich et all. (16) mesurent une force moyenne avant réaction de 442.1 g (+/-34.3g) sur les métatarses et 185g (+/-4.1g) sur le coussinet carpien des animaux témoins. Chez les animaux sous traitement morphinique, la réaction est obtenue pour une force de 209 +/-12.9g appliquée au niveau du coussinet carpien.

Chez le rat, la stimulation de la voute plantaire des pattes arrières à l'aide d'un algomètre électronique entraîne une réaction pour une valeur moyenne de 43 grammes. (26)

Chez la brebis, Nolan et all. (29) mettent au point un dispositif de stimulation mécanique semblable au filament de von Frey, appliqué sur l'extrémité distale du radius. La force

maximale applicable avec cet appareil est de 19N soit environ 1900 grammes. Lors de cet essai, la valeur mesurée sur des animaux non anesthésiés est en moyenne de 380 grammes, et la valeur maximale de 1900 g n'est obtenue que lors des 45 premières minutes d'une anesthésie sous xylazine (50 µg/kg intraveineux).

Les valeurs mesurées dans notre étude sont donc sensiblement plus élevées que celles observées dans d'autres études concernant la brebis mais aussi que celles relevées dans d'autres espèces.

4.3. Différences entre les deux techniques

4.3.1. Différence de durée de réalisation

Les anesthésies en « L inversé » effectuées au cours de ce travail étaient réalisées en 178 secondes en moyenne contre 189 secondes pour les anesthésies paravertébrales, cette différence n'étant pas statistiquement significative. Ceci tend à montrer que les deux techniques sont aussi rapides à mettre en œuvre l'une que l'autre.

Toutefois, cette observation peut être nuancée : notre étude porte sur un faible nombre d'animaux (2 x 5) ; la durée de réalisation des différentes techniques d'anesthésie dépend de nombreux facteurs qu'il est impossible de maîtriser dans un travail comme le nôtre tels que le comportement de l'animal et de l'expérimentateur.

D'un point de vue physiologique, plusieurs hypothèses peuvent expliquer les différences observées entre les deux techniques anesthésiques comparées dans cette étude.

4.3.2. Différence de délai d'apparition

Les résultats de cette étude montrent une différence significative de délai d'apparition de l'anesthésie selon la technique utilisée, le « L inversé » entraînant une anesthésie plus rapidement (6.6 minutes) que la paravertébrale (11.7 minutes).

Quelle que soit la technique, l'anesthésique local doit diffuser du site d'injection jusqu'aux structures nerveuses avant d'avoir une action.

Lors d'infiltration locale par « L inversé », cette diffusion se fait sur une distance très courte car l'injection a lieu à proximité immédiate des fibres visées. En revanche, lors de paravertébrale, la diffusion peut être plus longue car l'injection est réalisée plus ou moins près du nerf visé. Cette durée de diffusion peut varier en fonction de nombreux paramètres comme l'expérimentateur, l'agitation de l'animal ou son état d'engraissement.

De plus, lors de « L inversé », l'anesthésique agit sur des fibres de diamètre plus faible que lors de paravertébrale.

Ces deux hypothèses pourraient expliquer pourquoi le « L inversé » procure une anesthésie plus rapide.

4.3.3. Différence de mise en place de l'anesthésie

Au cours de nos essais, l'anesthésie en «L inversé » apparaît progressivement ; la force nécessaire à l'obtention d'une réaction étant croissante, tandis que l'anesthésie paravertébrale semble survenir de façon brutale, les valeurs de force nécessaire à l'obtention d'une réaction oscillant aléatoirement avant d'atteindre le seuil d'anesthésie.

Or, pour être efficace, l'anesthésie paravertébrale doit concerner les rameaux dorsal et ventral des nerfs lombaires : elle touche donc l'un des rameaux puis l'autre ou les deux simultanément et s'installe donc de façon relativement brutale.

En revanche, le « L inversé » concerne un grand nombre de fibres nerveuses de petite taille, l'anesthésie successive de toutes ces fibres pourrait expliquer la mise en place progressive de l'analgésie.

Cette différence entre les deux techniques a des conséquences pratiques : l'anesthésie apparaissant progressivement lors de « L inversé », elle est plus difficilement évaluable pour le praticien. En revanche, suite à une paravertébrale, nos résultats montrent que l'anesthésie s'installe sur un mode « on/off » : il suffit donc au chirurgien d'appliquer un stimulus peu douloureux au centre du flanc pour déterminer si l'anesthésie de l'animal est effective ou non.

4.3.4. Différence de durée d'anesthésie

Au cours de cette étude, une anesthésie du centre du flanc de 66 minutes est obtenue avec le « L inversé » contre 54 minutes avec la paravertébrale. Sur l'ensemble de la grille, les anesthésies durent 102 minutes en moyenne pour la paravertébrale contre 90 minutes pour le « L inversé ». Ces différences ne sont pas significatives.

Pour expliquer les variations en termes de durée d'anesthésie, il est possible d'imaginer que la vascularisation des sites d'injection joue un rôle important.

Ainsi, la proximité de l'aorte et de la veine cave caudale avec les sites d'injection lors de paravertébrale pourraient entraîner une résorption plus rapide de l'anesthésique. En revanche, l'épaisseur du flanc, où est injecté l'anesthésique lors de « L inversé » ne comprend que des vaisseaux de faible diamètre : la résorption de l'anesthésique est donc probablement plus lente dans ce cas. Cette proximité de vaisseaux importants lors de la paravertébrale pourrait engendrer un risque de toxicité centrale plus important. Toutefois, si les doses utilisées au cours de ce travail sont identiques pour les deux techniques en raison de nos objectifs, la dose utilisée en pratique pour la réalisation d'une paravertébrale (15 mL de lidocaïne 2%) est plus faible que celle nécessaire à la réalisation d'un « L inversé » (40 à 60 mL de lidocaïne 2%), (39): le risque de toxicité centrale n'est donc pas plus important (voire plus faible) avec la paravertébrale qu'avec le « L inversé ».

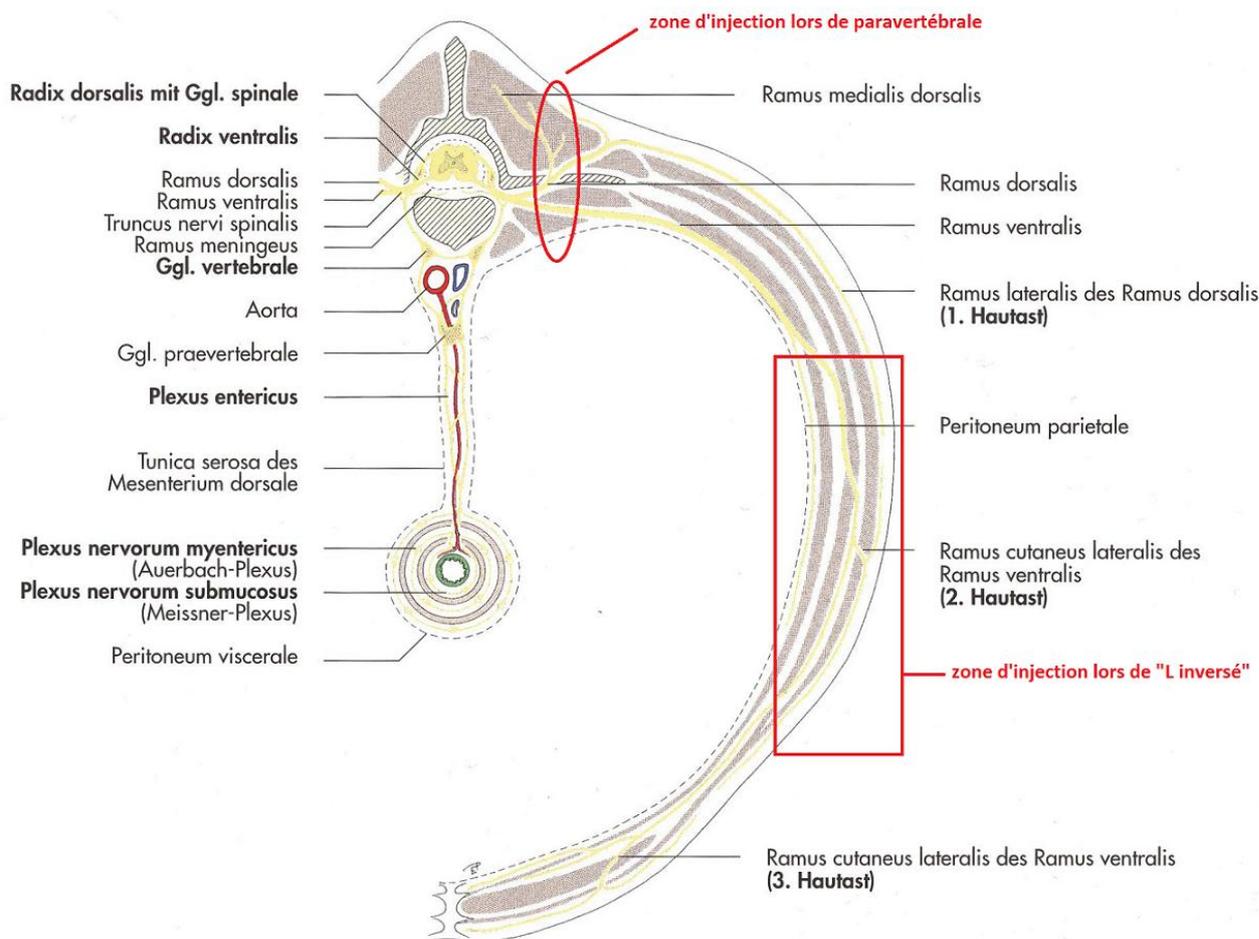


Figure 29 : représentation schématique de l'innervation et de la vascularisation du flanc, coupe transversale. (d'après 15)

Les structures nerveuses sont en jaune.

De plus, la proximité entre le site d'injection et les fibres anesthésiées lors de « L inversé » implique de fortes concentrations en anesthésique au niveau de ces dernières : un long laps de temps est donc nécessaire avant que la concentration en anesthésique passe sous le seuil d'efficacité analgésique. Lors de paravertébrale, cette distance entre site d'injection et structures nerveuses est beaucoup plus variable et potentiellement plus importante. Ainsi, la concentration en anesthésique au niveau des fibres nerveuses pourrait être moins forte et mettrait donc moins longtemps à passer sous le seuil d'analgésie.

L'observation d'écart-types supérieurs avec la paravertébrale va dans le sens de ces hypothèses. En effet, il est plus difficile d'anesthésier précisément les structures nerveuses lors de paravertébrale. D'un animal à l'autre, l'injection d'anesthésique sera plus ou moins

proche du nerf visé, ce qui influe par la suite sur le délai d'apparition de l'anesthésie et sa durée, avec de grands écarts d'une réalisation à l'autre.

Ces écarts pourraient être minimisés en réalisant des injections d'anesthésique écho-guidées ou en utilisant la neuro-stimulation.

Cette variabilité dans la précision des injections lors de paravertébrale serait vérifiable en réalisant des injections de bleu de méthylène à la place de l'anesthésique local suivies d'autopsies des animaux (méthode utilisée dans la thèse de D. Poupeau (33)). La diffusion du colorant serait ensuite évaluée et permettrait de déterminer la distance entre l'injection et le nerf visé.

4.4. Mauvaise anesthésie de la colonne A : hypothèses

D'après l'étude des résultats de notre étude, cette zone n'est apparemment jamais anesthésiée. L'examen anatomique du flanc montre que cette zone est innervée par le dernier nerf thoracique. Or, celui-ci étant issu de l'espace entre les 12^{ème} et 13^{ème} vertèbres thoraciques, il n'est pas concerné par notre anesthésie paravertébrale et il paraît donc logique de ne pas observer d'anesthésie de ces points avec cette technique.

Cette hypothèse ne peut être retenue pour le « L inversé » car il s'agit de points sur lesquels ont lieu les injections d'anesthésique. Différentes hypothèses peuvent être formulées pour expliquer ce phénomène :

- Les injections d'anesthésique sur ces points ont été mal réalisées. On pourrait par exemple imaginer que l'injection a été trop profonde et a propulsé l'anesthésique directement dans la cavité abdominale où il est inefficace. Cette hypothèse peut être rejetée car le reste de la grille présente une analgésie et qu'il est peu probable que l'expérimentateur ait systématiquement raté toutes les injections.
- La réalisation même de l'injection induit un processus douloureux qui n'est pas aboli par l'anesthésique. Cette hypothèse est inexplicable physiologiquement.
- La stimulation de ces points à l'aide du filament entraîne une douleur viscérale (innervation du rumen par le nerf X). (31)
- L'utilisation du filament de von Frey tire sur la peau, plus tendue dans cette zone que sur le reste du flanc. Ce stimulus agit sur des récepteurs plus lointains et notamment plus

crâniens, ces derniers n'étant pas anesthésiés. Une réaction ne signifierait alors pas une douleur locale mais plus générale (ou à distance du point stimulé).

Par conséquent, l'inefficacité de l'anesthésie en « L inversé » sur cette zone ne serait probablement que relative, la réaction des animaux étant due à une douleur ne concernant pas directement la zone stimulée.

Ainsi, lors de prochaines études, la colonne A ne devra pas être stimulée. En pratique, cette zone ne peut pas être utilisée pour vérifier l'anesthésie réalisée, ce qui ne constitue pas un réel problème puisqu'elle n'est pas concernée par les chirurgies envisagées.

4.5. Répétabilité des expériences

Une étude menée à l'université de Shiraz (Iran) en 2011 (35) a analysé l'anesthésie obtenue dans le creux de la fosse paralombaire droite suite à une paravertébrale réalisées avec différentes molécules, dont la lidocaïne (9 mL d'hydrochloride de lidocaïne 2% (3mL par point d'injection)).

Elle montre un délai moyen d'apparition de l'anesthésie de 1.8 minutes (+/- 1.2 minutes) contre 11.7 minutes dans notre étude (+/- 4.7 minutes). L'analgésie dure en moyenne 65 minutes contre 54 minutes dans notre travail. La différence importante observée avec nos résultats peut s'expliquer par plusieurs divergences entre études :

- Différence de dose d'anesthésique utilisée (9 mL dans cette étude, 15 dans la nôtre).
- Différence d'expérimentateur.
- La zone testée est le creux de la fosse paralombaire droite et non gauche comme dans notre travail.
- La définition de l'anesthésie est différente. Dans cette étude, elle est évaluée par stimulation à l'aide d'une aiguille et d'un clamp hémostatique et non avec un filament de von Frey.
- Les animaux ne sont pas les mêmes : l'étude iranienne utilise des agneaux mâles de race Mehraban, alors que notre travail est réalisé sur des brebis adultes de race Tarasconnaise et Caussenarde du Lot. Or, il a été montré chez la souris une forte influence de la génétique sur les réponses des animaux aux stimuli nociceptifs. (Mogil, 1999 cité dans (18)). Le même phénomène est vraisemblable chez la brebis.

4.6. Applications pratiques

4.6.1. Recommandations en termes d'anesthésie des petits ruminants

Les résultats de cette étude peuvent conduire à tirer des conclusions importantes en ce qui concerne l'anesthésie des petits ruminants, et des brebis en particulier.

Ainsi, il est important de respecter un délai d'une dizaine de minutes entre la réalisation de l'anesthésie et le début de la chirurgie pour être certain de bénéficier d'une analgésie optimale de l'animal. Ce temps pourrait être consacré à la préparation du matériel chirurgical et du chirurgien.

L'anesthésie en « L inversé » est facile à réaliser sur tous les animaux et apporte une analgésie cutanée plus intense que la paravertébrale. Cependant, cette technique ne procure aucune analgésie viscérale. Or, au cours de la chirurgie, les viscères peuvent être fortement stimulés.

L'anesthésie paravertébrale est légèrement plus difficile à réaliser et procure une analgésie cutanée moindre mais de durée équivalente. Le délai avant anesthésie est plus long et variable d'une anesthésie à l'autre. Néanmoins, cette technique permet d'induire une analgésie viscérale, ce qui nous apparaît tout aussi important que l'analgésie cutanée.

Ce point n'a pas été testé au cours de notre étude mais pourrait être vérifié en réalisant des laparotomies suivies de stimulations du péritoine, des anses intestinales ou du rumen des brebis anesthésiées.

4.6.2. Intérêt du filament de von Frey en pratique vétérinaire courante

Le filament de von Frey pourrait être utile en clientèle vétérinaire dans le cadre d'interventions chirurgicales notamment sur la brebis.

Son utilisation avant l'opération pourrait permettre au praticien d'avoir une idée rapide de la sensibilité de l'animal et ainsi lui permettre d'adapter sa technique opératoire (anesthésie, contention).

Une fois l'anesthésie réalisée, le chirurgien pourrait stimuler la future zone d'incision à l'aide du filament de von Frey pour déterminer si l'analgésie est installée et suffisante pour débiter l'opération.

De plus, en cours de chirurgie, l'analgésie peut être aisément contrôlée (en prenant en compte la stérilité de la zone opératoire) afin, si besoin, de répéter ou compléter l'anesthésie. Toutefois, en pratique, un vétérinaire met moins d'une heure à réaliser une césarienne de brebis : il n'y aurait donc d'intérêt ici qu'en cas de complications ou pour des étudiants dans un cadre académique.

Le filament de von Frey serait également être un moyen rapide et efficace de vérifier l'absence de douleur (liée à abcès, déhiscence de suture...) au moment du retrait des points cutanés (15 jours après la chirurgie).

AGREMENT SCIENTIFIQUE

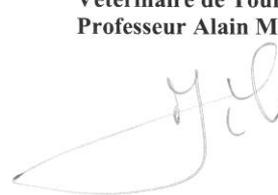
En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, **NOUVEL Xavier**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **FAVREAU Hadrien** intitulée « *Comparaison de deux techniques d'anesthésie locorégionale chez la brebis à l'aide d'un filament de von Frey électronique* » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 16 Mai 2012
Docteur Xavier NOUVEL
Enseignant chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



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



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Christian VIRENQUE



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université
Paul Sabatier
Professeur Bertrand MONTHUBERT



Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.

REFERENCES

1. AFSSA – AGENCE NATIONALE DU MEDICAMENT VETERINAIRE.
Résumé des caractéristiques du produit : LurocaïneND. AMM du 21/12/1984.
Adresse url :
http://www.anmv.afssa.fr/ircpweb/SpcFrame.asp?Product_Identifier=LUROCAINE
Page visitée le 17/08/2011
2. AFSSA – AGENCE NATIONALE DU MEDICAMENT VETERINAIRE.
Résumé des caractéristiques du produit : XylovetND. AMM du 11/08/1992.
Adresse url :
http://www.anmv.afssa.fr/ircpweb/SpcFrame.asp?Product_Identifier=XYLOVET
Page visitée le 17/08/2011
3. BARONE R., SIMOENS P.
Anatomie comparée des mammifères domestiques, Neurologie II, page 238
4. BATH G.
Management of pain in production animals
Applied Animal Behaviour Science 1998, 59 : 147–156
5. CONSTANTINESCU G., CONSTANTINESCU I.
Clinical dissection guide for large animals. Horse and large animals.
Second edition, page 291
6. Dictionnaire du Médicament Vétérinaire 2011, Les éditions du Point Vétérinaire
7. DUKE T.
Local and regional anesthetic and analgesic techniques in the dog and cat: Part I,
pharmacology of local anesthetics and topical anesthesia.
Canadian Veterinary Journal, 2000, 41, 883-884.

8. ENARD F.

De l'utilité du butorphanol dans la gestion de l'analgésie lors de césarienne chez la brebis.

Th : Med vet. : Toulouse, 2008 ; 4113. 56p

9. FEISS P.

L'anesthésie locorégionale

In : Faculté de Médecine Limoges. [En-ligne], Avril, Université de Limoges

10. FELDMAN et all.

Treatment of acute systemic toxicity after the rapid intravenous injection of ropivacaine and bupivacaine in the conscious dog

Anesth Analg 1991;73:373-384

11. FITZPATRICK J., SCOTT M., NOLAN A.

Assessment of pain and welfare in sheep.

Small Ruminant Research 62 (2006) 55–61

12. HERSKIN M. S., MULLER R., SCHRADER L., LADEWIG J

A laser-based method to measure thermal nociception in dairy cows: short-term repeatability and effects of power output and skin condition

J. Anim. Sci. 2003, 81, 945-954

13. HODGKINSON O., DAWSON L.

Practical anesthesia and analgesia in sheep, goat and calves.

In Practice, November/December 2007, 29, 598-599

14. KENT SCARRAT W., FRED TROUTT H.

Iatrogenic lidocaine toxicosis in ewes.

JAVMA, 1986, 188, No. 2.

15. KÖNIG- LIEBICH

Anatomie des Haussäugetiere. Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis
Organe, Kreislauf und Nervensystem. 2. Auflage, page 253

Editions Schattauer.

16. KUKANICH B., LASCELLES B., PAPICH M.
Assessment of a von Frey device for evaluation of the antinociceptive effects of morphine and its application in pharmacodynamics modeling of morphine in dogs
AVJR, sept 2005, 66, No. 9.
17. LE BARS D.
Douleur de l'Homme, douleur des animaux
Bull. Acad. Vét. France, 2010, 163, N°4/5, 315-332
18. LE BARS D., GOZARIU M., CADDEN S.
Animal models of nociception
Pharmacol rev 2001, 53, 597-652
19. LEMKE KIP A., DAWSON S.
Local and regional anesthesia
Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice July 2000, 30, N°4, 839-857
20. LE NEINDRE P., GUATTEO R., GUÉMÉNÉ D. et al.,
Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage.
Expertise scientifique collective, rapport d'expertise, INRA (France), 2009, 94-100, 147-149.
21. LEONE S., DI CIANNI S., CASATI A., FANELLI G.
Pharmacology, toxicology, and clinical use of new long acting local anesthetics, ropivacaine and levobupivacaine.
ACTA BIOMED 2008; 79: 92-105
22. LEY S., A. WATERMAN, A. LIVINGSTON
A field study of the effects of lameness on mechanical nociceptive thresholds in sheep.
Veterinary Record, July 22 1995, 85-87

23. LOMAX S., SHEIL M., WINDSOR P.

Impact of topical anaesthesia on pain alleviation and wound healing in lambs after mulesing.

Australian Veterinary Journal May 2008, 86, No 5, 159-168

24. LOMAX S., SHEIL M., WINDSOR P.

Use of local anaesthesia for pain management during husbandry procedures in Australian sheep flocks.

Small Ruminant Research 2009, 86 : 56–58

25. MARCIA A., VALADAO C., DUQUE J. et all.

The pre-emptive effect of epidural ketamine on wound sensitivity in horses tested by using von Frey filaments

Veterinary Anaesthesia and Analgesia, 2002, 29 : 200-206

26. MÖLLER K., JOHANSSON B., BERGE O.

Assessing mechanical allodynia in the rat paw with a new electronic algometer.

Journal of Neuroscience Methods, 1998, 84 : 41-47

27. MOLONY V. AND KENT J. E.

Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements.

Journal of Animal Science 1997, 75 : 266-272

28. MUIR W., WOOLF C.

Mechanisms of pain and their therapeutics implications

J. Am. Vet. Med. Assoc. 2001, 219, 10, 1346-1356

29. NOLAN A, LIVINGSTON A, MORRIS R, WATERMAN A.

Techniques for comparison of thermal and mechanical nociceptive stimuli in the sheep.

J Pharmacol Methods, 1987; 17 : 39–49

30. ONG' RM., MORRIS JP., O'DWYER JK
Behavioural and EEG changes in sheep in response to painful acute electrical stimuli.
Awt Vet/ March 1997, 175, No 3 : 189-193
31. PAVAUX C.
Neurologie des animaux domestiques, pages 200-205
32. POULIN B.
Pharmacologie des anesthésiques locaux,
In : UNIVERSITE DE LAVAL, sept. 2006 [en ligne].
Adresse URL :
http://w3.fmed.ulaval.ca/anr/fileadmin/Documents/5.Ressources/Presentations/2006/060921_anestlocaux.pdf
Page consultée le 21 mars 2021
33. POUPEAU D.
Mise au point d'une technique d'anesthésie du plexus brachial chez le veau
Th. Med vet. : Toulouse, 2009, 3383, 75p.
34. REBONDY S.
Anesthésie locorégionale des carnivores domestiques : historique, actualités et perspective
Th : Med vet. : Alfort, 2006 ; 079. 118p
35. ROSTAMI M., VESAL N.
Comparison of lidocaine, lidocaine/epinephrine or bupivacaine for thoracolumbar paravertebral anaesthesia in fat-tailed sheep.
Veterinary Anaesthesia and Analgesia, 2011, 38 : 598–602
36. SOLVEIG M. STUBSJØEN, ANDREAS S. FLØ, RANDI O. MOE et all
Exploring non-invasive methods to assess pain in sheep.
Physiology & Behavior 2009, 98 : 640–648
37. STEWART M., STAFFORD K.J., DOWLING S.K. et all.
Eye temperature and heart rate variability of calves disbudded with or without local anaesthetic.
Physiology & Behavior, 2008, 93 : 789– 797

38. TAYLOR P.

Anaesthesia in sheep and goats.

In practice, January 1991, 31-36

39. THORNE M., JACKSON P.

Caesarean section in the ewe

In practice, 2000, 22 : 546-553

40. VEISSIER I., RUSHEN J., COLWELL D. et al.

A laser-based method for measuring thermal nociception of cattle

Applied Animal Behaviour Science 2000, 66 : 289-304

41. WELSH, E.M., NOLAN, A.M., GETTINBY, G.

Comparison of a visual scale and a numerical rating scale for assessment of lameness, using sheep as a model.

Am. J. Vet. Res. 1993, 54, 6, 976-983.

42. WELSH E., NOLAN A.

The effect of abdominal surgery on thresholds to thermal and mechanical stimulation in sheep.

Pain, 1995, 60 : 159-166

43. WHITE K., TAYLOR P.

Aneasthesia in sheep.

In practice, March 2000, 126-135

44. TOUTAIN P.

Cours de Thérapeutique sur la douleur, 07/04/2010

ANNEXE

Comparaison de différentes techniques anesthésiques chez la Brebis

- Date :
- Date de la césarienne :
- Technique utilisée :
- Identification de l'animal :
- Aspect de la plaie de césarienne :
- Force nécessaire à l'obtention d'une réaction avant expérience (milieu du flanc gauche) en g :
- Heure de fin de réalisation de la technique anesthésique (T) :
- Durée de réalisation de la technique anesthésique :

✓ Force nécessaire à l'obtention d'une réaction (milieu du flanc gauche) en g

A T+1min	A T+2min
A T+3	T+4
T+5	T+6
T+7	T+8
T+9	T+10
T+11	T+12
T+13	T+14
T+15	T+16
T+17	T+18
T+19	T+20

→ Délai d'installation de l'analgésie (pas de réaction pour une force de 2500g) :

✓ Force nécessaire à l'obtention d'une réaction après expérience (milieu du flanc gauche) en g

T+30	T+60
T+90	T+120
T+150	T+180

✓ Surface anesthésiée- ordre des mesures

	A	B	C	D
1	6	10	14	7
2	2	16	3	18
3	11	1	12	15
4	4	17	5	
5	8	13	9	

- Testée à l'apparition de l'anesthésie au milieu du flanc (B3) :

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

- Testée 30 minutes après

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

- Testée 60 minutes après

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

- Testée 90 minutes après

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

- Testée 120 minutes après

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

- Testée 150 minutes après

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

- Testée 180 minutes après

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

Toulouse, 2012

NOM : FAVREAU

PRENOM : Hadrien, Sébastien

TITRE : Comparaison de deux techniques d'anesthésie locorégionale chez la brebis à l'aide d'un filament de von Frey électronique

RESUME :

Dans de nombreuses situations, les techniques d'anesthésie locorégionale offrent au clinicien des solutions pour une meilleure gestion de l'analgésie. Après une présentation des molécules utilisables en pratique, les méthodes d'évaluation de la douleur et les stimuli nociceptifs disponibles en médecine vétérinaire sont abordés. Puis, la réalisation d'une étude comparative de deux techniques d'anesthésie locorégionale du flanc chez la brebis : paravertébrale et « L inversé », met en évidence un réel intérêt de l'utilisation d'un filament de von Frey électronique dans l'optique de bonnes pratiques anesthésiques. Cette étude révèle aussi des différences importantes entre les techniques : délai d'apparition de l'analgésie, surface et durée d'anesthésie... Ce travail permet d'établir des valeurs-seuils ; il constitue un préliminaire nécessaire à l'utilisation du filament de von Frey électronique lors d'anesthésie du flanc des petits ruminants et sera la base d'études futures.

MOTS-CLES : brebis – ovin – ruminant - anesthésie – filament de von Frey – analgésie

ENGLISH TITLE: Comparison of two techniques of locoregional anesthesia in the sheep with help of an electronic von Frey filament

ABSTRACT :

In many cases, locoregional anesthesia techniques offer the clinician solutions for a better management of analgesia. After a presentation of usable anesthetics, methods for assessing pain and nociceptive stimuli are tackled. Then, a comparative study of two techniques of locoregional anesthesia of the flank in the sheep – paravertebral and “inversed L” – demonstrates the advantages of using electronic von Frey filament for good anesthetic practices. This study also reveals significant differences between techniques: onset, area and duration of anesthesia... This work allows to establish threshold values; it constitutes necessary preliminaries to the of electronic von Frey filament during anesthesia of the flank in small ruminants and will be the basis of future studies.

KEYWORDS: ewe - sheep – ruminant – anesthesia – von Frey filament - analgesia