



HAL
open science

Anesthésie du pied chez le bovin : étude bibliographique et création de fiches techniques

Valentin Astrugue

► **To cite this version:**

Valentin Astrugue. Anesthésie du pied chez le bovin : étude bibliographique et création de fiches techniques. Médecine vétérinaire et santé animale. 2020. dumas-04776905

HAL Id: dumas-04776905

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04776905v1>

Submitted on 12 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Année 2020

**ANESTHÉSIE DU PIED CHEZ LE BOVIN –
ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET
CRÉATION DE FICHES TECHNIQUES**

THÈSE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

le 23 Janvier 2020

par

Valentin, Claude, André ASTRUGUE

sous la direction de

Guillaume BELBIS

Président du jury : Mme Hélène ROUARD

1^{er} Assesseur : M. Guillaume BELBIS

2nd Assesseur : M. Vincent MAUFFRE

Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Maître de Conférences à l'EnvA

Maître de Conférences à l'EnvA

Liste des membres du corps enseignant



Directeur : Pr Christophe Degueurce
Directeur des formations : Pr Henry Chateau
Directrice de la scolarité et de la vie étudiante : Dr Catherine Colmin
Directeurs honoraires : MM. les Professeurs C. Pilet, B. Toma, A.-L. Parodi, R. Moraillon, J.-P. Cotard, J.-P. Mialot & M. Gogny

Département d'Élevage et de Pathologie des Équidés et des Carnivores (DEPEC)

Chef du département : Pr Grandjean Dominique - **Adjoint** : Pr Blot Stéphane

<p>Unité pédagogique d'anesthésie, réanimation, urgences, soins intensifs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Fernandez Parra Rocio, Maître de conférences associée - Pr Verwaerde Patrick* <p>Unité pédagogique de clinique équine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Audigié Fabrice - Dr Bertoni Léila, Maître de conférences - Dr Bourzac Céline, Chargée d'enseignement contractuelle - Dr Coudry Virginie, Praticien hospitalier - Pr Denoix Jean-Marie - Dr Giraudet Aude, Praticien hospitalier - Dr Herout Valentin, Chargé d'enseignement contractuel - Dr Jacquet Sandrine, Praticien hospitalier - Dr Mespouhès-Rivière Céline, Praticien hospitalier* - Dr Moiroud Claire, Praticien hospitalier <p>Unité pédagogique de médecine et imagerie médicale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Benchekroun Ghita, Maître de conférences - Pr Blot Stéphane* - Dr Canonne-Guilbert Morgane, Maître de conférences - Dr Freiche-Legros Valérie, Praticien hospitalier - Dr Maurey-Guéneq Christelle, Maître de conférences 	<p>Unité pédagogique de médecine de l'élevage et du sport</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Cléro Delphine, Maître de conférences - Dr Fontbonne Alain, Maître de conférences - Pr Grandjean Dominique* - Dr Maenhoudt Cindy, Praticien hospitalier - Dr Nudelmman Nicolas, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pathologie chirurgicale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Fayolle Pascal - Dr Manassero Mathieu, Maître de conférences - Pr Viateau-Duval Véronique* <p>Discipline : cardiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Chetboul Valérie <p>Discipline : ophtalmologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Chahory Sabine, Maître de conférences <p>Discipline : nouveaux animaux de compagnie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Pignon Charly, Praticien hospitalier
--	--

Département des Productions Animales et de Santé Publique (DPASP)

Chef du département : Pr Millemann Yves - **Adjoint** : Pr Dufour Barbara

<p>Unité pédagogique d'hygiène, qualité et sécurité des aliments</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Augustin Jean-Christophe* - Dr Bolnot François, Maître de conférences - Pr Cartier Vincent <p>Unité pédagogique de maladies réglementées, zoonoses et épidémiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Crozet Guillaume, Chargé d'enseignement contractuel - Pr Dufour Barbara* - Pr Haddad/Hoang-Xuan Nadia - Dr Rivière Julie, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pathologie des animaux de production</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Adjou Karim - Dr Belbis Guillaume, Maître de conférences* - Dr Delsart Maxime, Maître de conférences associé - Pr Millemann Yves - Dr Plassard Vincent, Praticien hospitalier - Dr Ravary-Plumioën Bérangère, Maître de conférences 	<p>Unité pédagogique de reproduction animale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Constant Fabienne, Maître de conférences* - Dr Denis Marine, Chargée d'enseignement contractuelle - Dr Desbois Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Dr Mauffré Vincent, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de zootechnie, économie rurale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Arné Pascal, Maître de conférences - Pr Bossé Philippe* - Dr De Paula Reis Alline, Maître de conférences - Pr Grimard-Ballif Bénédicte - Dr Leroy-Barassin Isabelle, Maître de conférences - Pr Ponter Andrew - Dr Wolgust Valérie, Praticien hospitalier
---	--

Département des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques (DSBP)

Chef du département : Pr Desquilbet Loïc - **Adjoint** : Pr Pilot-Storck Fanny

<p>Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Boissady Emilie, Chargée d'enseignement contractuelle - Pr Chateau Henry - Pr Crevier-Denoix Nathalie - Pr Robert Céline* <p>Unité pédagogique de bactériologie, immunologie, virologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Boulouis Henri-Jean - Pr Eloit Marc - Dr Lagrée Anne-Claire, Maître de conférences - Pr Le Poder Sophie - Dr Le Roux Delphine, Maître de conférences* <p>Unité pédagogique de biochimie, biologie clinique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Bellier Sylvain* - Dr Deshuillers Pierre, Chargé d'enseignement contractuel - Dr Lagrange Isabelle, Praticien hospitalier - Dr Michaux Jean-Michel, Maître de conférences <p>Unité pédagogique d'histologie, anatomie pathologique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Cordonnier-Lefort Nathalie, Maître de conférences - Pr Fontaine Jean-Jacques - Dr Laloy Eve, Maître de conférences - Dr Reyes-Gomez Edouard, Maître de conférences* <p>Unité pédagogique de management, communication, outils scientifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mme Conan Muriel, Professeur certifié (Anglais) - Pr Desquilbet Loïc, (Biostatistique, Epidémiologie) - Dr Marignac Geneviève, Maître de conférences* 	<p>Unité de parasitologie, maladies parasitaires, dermatologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Blaga Radu, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Dr Briand Amaury, Assistant d'Enseignement et de Recherche Contractuel (rattaché au DEPEC) - Dr Cochet-Faivre Noëlle, Praticien hospitalier (rattachée au DEPEC) - Pr Guillot Jacques* - Dr Polack Bruno, Maître de conférences - Dr Risco-Castillo Veronica, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pharmacie et toxicologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Kohlhauer Matthias, Maître de conférences - Dr Perrot Sébastien, Maître de conférences* - Pr Tissier Renaud <p>Unité pédagogique de physiologie, éthologie, génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Chevallier Lucie, Maître de conférences (Génétique) - Dr Crépeaux Guillemette, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Gilbert Caroline (Ethologie) - Pr Pilot-Storck Fanny (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Tiret Laurent (Physiologie, Pharmacologie)* <p>Discipline : éducation physique et sportive</p> <ul style="list-style-type: none"> - M. Philips Pascal, Professeur certifié
---	---

* responsable d'unité pédagogique

Professeurs émérites :

Mmes et MM. : Combrisson Hélène, Enriquez Brigitte, Panthier Jean-Jacques, Paragon Bernard.

Remerciements

Au Président du Jury de cette thèse, Professeur à la Faculté de Médecine de Créteil,
Pour avoir accepté la présidence de ce jury, hommage respectueux.

À Monsieur Guillaume BELBIS, Maître de Conférences à l'ENVA,
Pour m'avoir proposé ce sujet de thèse et l'avoir dirigé, hommage respectueux.

À Monsieur Vincent MAUFFRE, Maître de Conférences à l'ENVA,
Pour votre réactivité et l'aide que vous m'avez apportée dans l'écriture de cette thèse,
hommage respectueux.

À ma famille,
Pour votre présence à mes côtés depuis toujours et quelles que soient les circonstances.

À Alizée,
Pour ta présence et ton soutien depuis que tu es rentrée dans ma vie.

À mes amis,
Sans qui je ne serais pas la personne que je suis aujourd'hui.

Table des matières

Liste des figures.....	3
Liste des tableaux	5
Liste des abréviations.....	7
Introduction	9
Première partie : anatomie du pied des bovins.....	11
A. Topographie et terminologie du pied des bovins	11
B. Les structures osseuses.....	12
1. Les os du carpe.....	12
2. Les os du métacarpe.....	13
3. Les os du tarse.....	13
4. Les os du métatarse.....	14
5. Les doigts.....	14
a) La phalange proximale.....	15
b) La phalange moyenne.....	15
c) La phalange distale.....	15
d) Les os sésamoïdes proximaux.....	15
e) L'os sésamoïde distal.....	15
C. Les moyens d'union	16
1. Le membre thoracique	16
a) Les muscles antébrachiaux crâniens.....	16
b) Les muscles antébrachiaux caudaux.....	17
c) Les muscles propres de la main	19
d) Les fascias et gaines de la main	19
e) Les ligaments de la main	20
2. Le membre pelvien.....	21
a) Les muscles jambiers crâniens.....	21
b) Les muscles jambiers caudaux.....	22
c) Les muscles propres du pied	23
d) Les fascias, ligaments, et gaines du pied.....	23
D. Innervation de la main et du pied.....	24
1. Innervation de la main.....	24
a) Le nerf radial.....	24
b) Le nerf médian.....	25
c) Le nerf ulnaire.....	25
2. L'innervation du pied.....	26
a) Le nerf plantaire latéral.....	26
b) Le nerf plantaire médial.....	26
c) Le nerf fibulaire superficiel.....	26
d) Le nerf fibulaire profond.....	26
E. La vascularisation de la main et du pied.....	27
1. La vascularisation du pied	27
2. La vascularisation de la main.....	29
Deuxième partie : les techniques anesthésiques du pied des bovins.....	31
A. Les indications thérapeutiques à l'anesthésie du pied du bovin.....	31
1. L'amputation.....	31
2. Affections du pododerme.....	32
B. L'anesthésie locale.....	32
1. Mécanismes physiologiques de la douleur.....	32
2. Les molécules utilisables	34

a) La procaine	35
b) La lidocaïne.....	36
c) La bupivacaïne.....	37
3. Comparaison des différentes molécules.....	37
C. Les différentes techniques d'anesthésie locale ou locorégionale du pied	38
1. Le ring block.....	38
2. L'injection intraveineuse sous garrot ou bloc de Bier	38
3. Le bloc nerveux.....	40
4. L'épidurale caudale	43
5. Le bloc plexique	44
6. La rachianesthésie lombo-sacrée.....	45
D. Comparaison des différentes techniques.....	46
Conclusion.....	49
Liste des références bibliographiques	51
Annexe 1 : fiche technique « Le ring block » page 1/2	55
Annexe 2 : fiche technique « Le ring block » page 2/2	56
Annexe 3 : fiche technique « Le bloc de Bier ou anesthésie sous garrot » page 1/2	57
Annexe 4 : fiche technique « Le bloc de Bier ou anesthésie sous garrot » page 2/2	58
Annexe 5 : fiche technique « Le bloc nerveux » page 1/2	59
Annexe 6 : fiche technique « Le bloc nerveux » page 2/2	60
Annexe 7 : fiche technique « L'épidurale caudale haute » page 1/2.....	61
Annexe 8 : fiche technique « L'épidurale caudale haute » page 2/2.....	62

Liste des figures

Figure 1 : Terminologie utilisée en anatomie : exemple de la main gauche du bovin.....	11
Figure 2 : Représentation schématique des os du carpe.....	12
Figure 3 : Vues dorsales et palmaire d'une section distale de l'os canon.....	13
Figure 4 : Représentation schématique des os du tarse chez le bovin.....	14
Figure 5 : Ostéologie des doigts d'un pied de bovin.....	14
Figure 6 : Tendons de la main du bœuf, face dorsale.....	17
Figure 7 : Tendons de la main du bœuf, face palmaire.....	18
Figure 8 : Tendons, gaines et synoviales de la main d'un bœuf.....	20
Figure 9 : Tendons du pied du bœuf, face dorsale.....	22
Figure 10 : Tendons du pied du bœuf, face plantaire.....	24
Figure 11 : Innervation de la main gauche du bovin.....	25
Figure 12 : Innervation du pied du bovin.....	27
Figure 13 : Artères et veines du pied du bœuf en vue palmaire.....	28
Figure 14 : Artères et veines de la main du bœuf en vue palmaire.....	29
Figure 15 : Les différentes étapes de l'intégration de la douleur.....	33
Figure 16 : Représentation schématique de l'influence du pH sur l'ionisation des anesthésiques locaux permettant leur pénétration dans les cellules et leur fixation sur les canaux sodiques.....	35
Figure 17 : Formule chimique du chlorhydrate de procaïne.....	36
Figure 18 : Formule chimique du chlorhydrate de lidocaïne.....	36
Figure 19 : Formule chimique du chlorhydrate de bupivacaïne.....	37
Figure 20 : Schéma représentant le lieu d'injection d'anesthésique pour le membre postérieur	39
Figure 21 : Sites d'injections correspondant au bloc nerveux décrit par Anderson et Edmondson.	40
Figure 22 : Site d'injection pour l'anesthésie du nerf plantaire médial.....	41
Figure 23 : Site d'injection pour l'anesthésie du nerf plantaire latéral.....	42
Figure 24 : Site d'injection pour l'anesthésie du nerf fibulaire superficiel.....	42
Figure 25 : Site d'injection pour l'anesthésie du nerf fibulaire profond.....	42
Figure 26 : Schéma représentant la localisation de l'aiguille pour une injection épidurale.....	43

Figure 27 : Approche crâniale vis-à-vis de l'articulation scapulo-humérale chez le veau	44
Figure 28 : Lieu d'injection lors de rachianesthésie	45

Liste des tableaux

Tableau 1 : Indications pathologiques aux différents types d'amputation.....	31
Tableau 2 : Comparaison des principales molécules anesthésiques référencées pour l'anesthésie locale dans l'espèce bovine.....	37
Tableau 3 : Tableau comparatif des différentes méthodes d'anesthésie du pied chez le bovin.....	47

Liste des abréviations

cm : centimètre

kg : kilogramme

m/s : mètre par seconde

mA : milliampère

ml : millilitre

Introduction

Les bovins sont des animaux de production, que cela soit une production laitière ou de viande. Ainsi il est essentiel pour l'éleveur de les maintenir dans le meilleur état de santé possible et dans des conditions de bien-être suffisantes sous peine de voir leur productivité diminuer.

Les boiteries sont une source importante de perte de productivité (Rizk *et al.*, 2012) car elles occasionnent une douleur répétée au bovin qui y est sujet. Cependant, les ruminants peuvent exprimer de façon réduite les signes de douleur, rendant ainsi difficile l'identification de celle-ci par l'éleveur et donc leur prise en charge thérapeutique précoce (Hudson *et al.*, 2008).

Certaines interventions thérapeutiques chez l'animal présentant une boiterie d'origine podale pouvant être douloureuses soit car l'acte est douloureux, soit car l'animal présente une hyperalgie secondaire à une prise en charge tardive, il est nécessaire de réaliser une anesthésie pour soulager l'animal au cours de celle-ci. Le vétérinaire doit alors réaliser une procédure permettant une analgésie optimale de l'animal dans l'élevage, avec des moyens souvent limités en ferme tout en réduisant au maximum la durée et le coût de l'intervention. L'anesthésie générale chez les ruminants étant déconseillée et rentrant difficilement dans les critères précédents, l'anesthésie locale est alors la meilleure alternative pour le vétérinaire. Afin de pouvoir la réaliser, ce dernier doit connaître l'anatomie de la région à anesthésier : le pied. Différentes molécules et différentes techniques sont décrites dans la littérature mais ne sont pas forcément utilisées dans la pratique courante en France.

L'objectif de ce travail est de proposer une étude bibliographique de synthèse sur les différentes techniques d'anesthésie du pied chez le bovin, dans le but d'en faire un manuel de synthèse à destination des vétérinaires et des étudiants vétérinaires. Dans un premier temps sera abordée l'anatomie du pied des bovins puis dans un second temps une comparaison des différentes molécules anesthésiques sera proposée. Ensuite une description des différentes techniques d'anesthésie du pied sera réalisée, ainsi qu'une comparaison de ces différentes méthodes. Enfin des fiches pratiques décrivant la réalisation de différentes techniques anesthésiques seront proposées.

Première partie : anatomie du pied des bovins

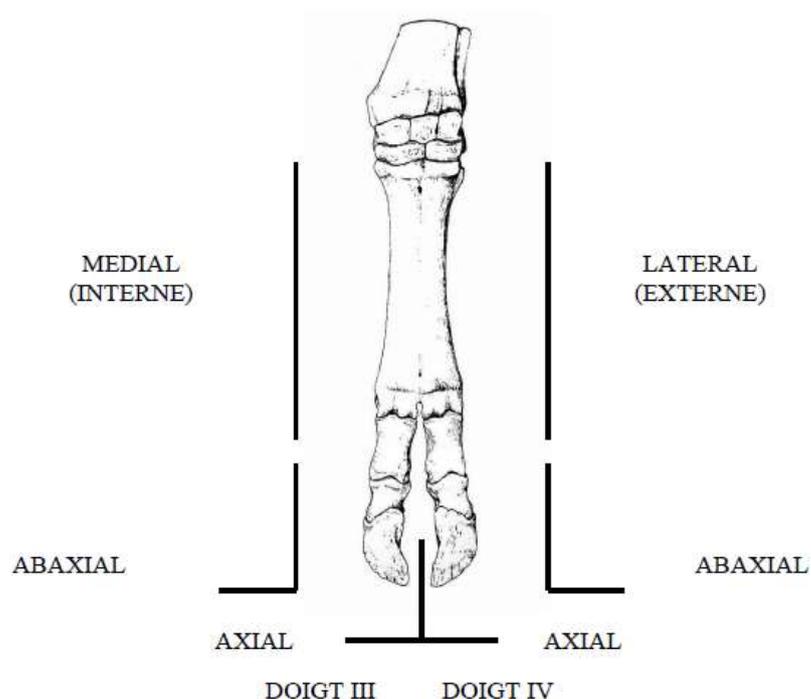
A. Topographie et terminologie du pied des bovins

Les bovins possèdent quatre pieds dont deux sont situés à l'extrémité des membres thoraciques et deux à l'extrémité des membres pelviens. Afin de pouvoir étudier leur anatomie et la décrire de la façon la plus précise, il convient d'introduire quelques éléments de vocabulaire.

Lors de la description d'une structure anatomique, on appelle la face latérale de celle-ci la face la plus externe, opposée à la face la plus interne appelée face médiale. Une face crâniale et une face caudale sont aussi définies, l'une orientée vers l'avant de l'animal alors que l'autre est dirigée vers l'arrière. Concernant le pied, ces deux adjectifs sont remplacés par les termes dorsal et palmaire pour le membre thoracique et dorsal et plantaire pour le membre pelvien. Sur une structure telle que le pied se terminant par deux doigts distincts, on nomme face axiale la face du doigt la plus proche de l'axe du pied et face abaxiale la plus éloignée. Enfin l'adjectif proximal sera utilisé pour désigner une structure proche de l'origine du membre au contraire de distal pour une structure éloignée de celle-ci. Ces différents éléments sont présentés dans la Figure 1.

**Figure 1 : Terminologie utilisée en anatomie :
exemple de la main gauche du bovin**

(Greenough *et al.*, 1983)



B. Les structures osseuses

Dans un premier temps on s'intéressera aux différentes structures osseuses constituant le pied du bovin, de la plus proximale à la plus distale. Le carpe et le métacarpe se rapportent à la main (membres antérieurs) tandis que le tarse et le métatarse sont leurs équivalents dans le pied (membres postérieurs).

1. Les os du carpe

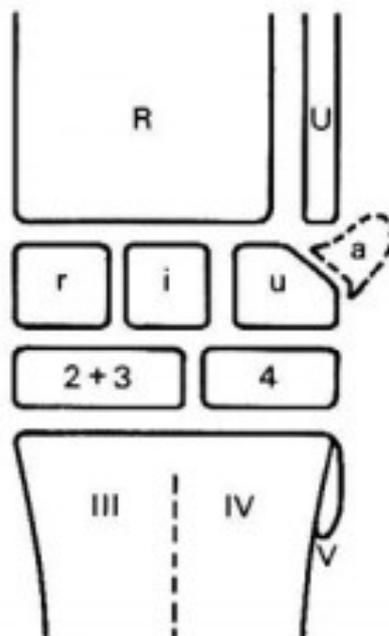
Ils sont organisés en deux rangées (Figure 2), la rangée proximale constituée de quatre os et la distale de deux (Bressou *et al.*, 1978 ; Barone, 2017). Pour la distale, l'os radial du carpe est le plus médial ainsi que le plus volumineux et est situé dans le prolongement du radius. L'os ulnaire du carpe est le plus latéral et répond à l'ulna ainsi qu'au radius. L'os intermédiaire du carpe est quant à lui situé entre les deux et en contact avec le radius. A ces trois os s'ajoute l'os accessoire du carpe situé sur la face palmaire du carpe (Barone, 2017).

La rangée distale est quant à elle constituée de deux os, le premier qui est issu de la soudure des os carpaux II et III se nomme l'os capitatotrapézoïde et le second, latéral au premier, est l'os carpal IV ou os crochu. Ces deux os sont en contact avec l'os issu de la fusion des métacarpes III et IV (Barone, 2017).

Figure 2 : Représentation schématique des os du carpe

(R : Radius, U : Ulna, a : os accessoire du carpe, i : os intermédiaire du carpe, r : os radial du carpe, u : os ulnaire du carpe, 2 – 4 : os carpal 2 à 4, III à V : os métacarpien III à V)

(Dyce *et al.*, 2009)

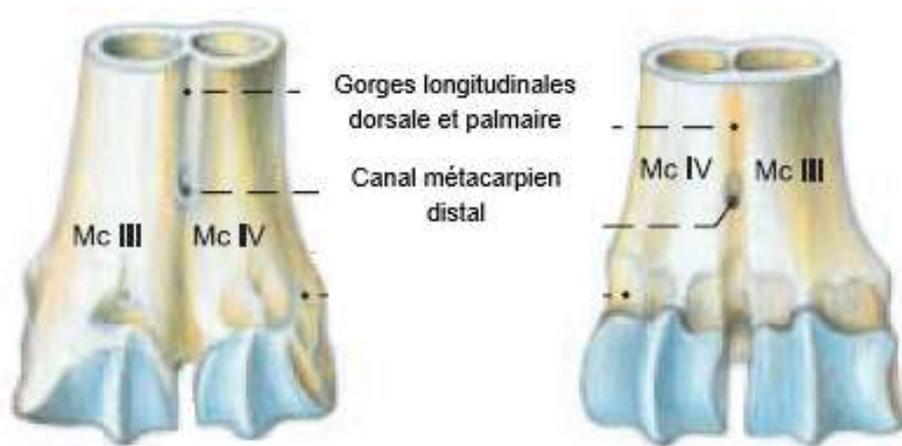


2. Les os du métacarpe

Ils sont au nombre de deux chez le bovin. Le premier, issu de la fusion des os métacarpiens III et IV, est appelé os canon (Bressou *et al.*, 1978 ; Barone, 2017), le second est l'os métacarpien V ou os métacarpien rudimentaire situé latéralement au premier et qui est fortement réduit. La fusion des métarpes III et IV n'est pas complète, comme le montre l'existence de deux têtes distales et des gorges longitudinales situées sur les faces dorsale et palmaire de l'os (Budras *et al.*, 2003) (Figure 3). En coupe transversale, un septum osseux est visualisable entre les deux cavités médullaires des os métacarpiens III et IV.

Figure 3 : Vues dorsales et palmaire d'une section distale de l'os canon

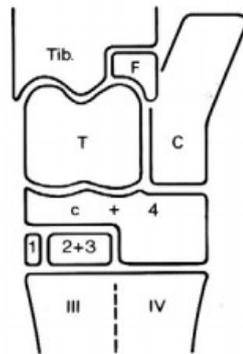
Mc III : métacarpe III, Mc IV : métacarpe IV (Budras *et al.*, 2003)



3. Les os du tarse

Tout comme le carpe, le tarse est constitué de plusieurs rangés d'os (Figure 4). Il existe une rangée proximale et une rangée distale séparées par l'os central situé entre le talus et les os tarsaux II et III. Cependant chez les bovins, l'os central et l'os tarsal IV ont fusionné pour donner l'os centro-quartale (Budras *et al.*, 2003). La rangée proximale est l'association de l'os tibial (talus) en face médiale et de l'os fibulaire (calcaneus) en face latérale. Elle répond au tibia et au vestige de la fibula. La rangée distale est constituée de l'os tarsal I (petit cunéiforme), de l'os issu de la fusion des os tarsaux II et III (grand cunéiforme) et de l'os centro-quartale (Bressou *et al.*, 1978).

Figure 4 : Représentation schématique des os du tarse chez le bovin. Tib : tibia, F : Fibula, T : Talus, C : Calcaneus, c : os central du tarse, 1-4 : os tarsal 1 à 4, III-IV : os métatarsien III ou IV. (Dyce *et al.*, 2009)



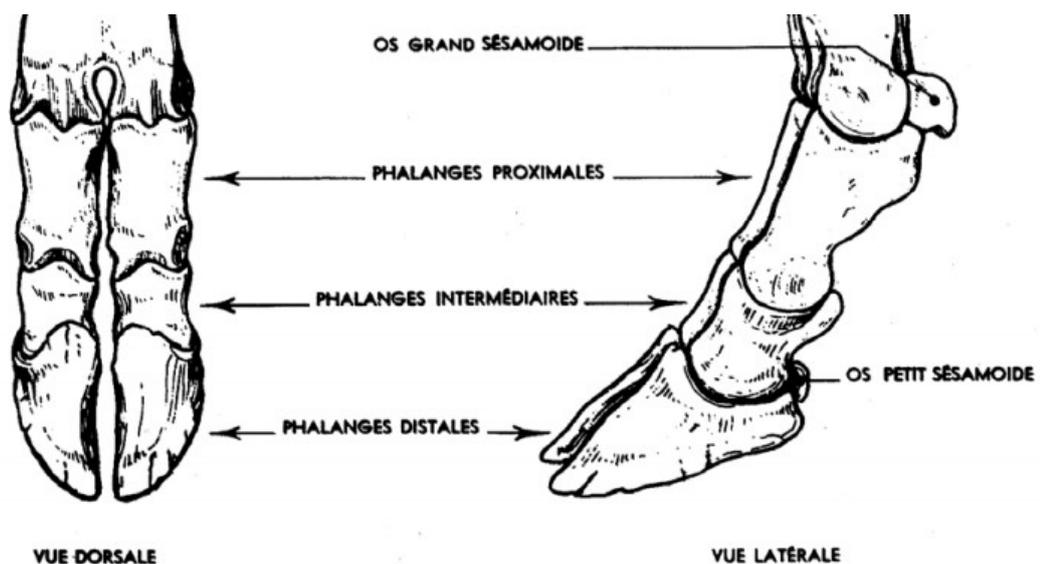
4. Les os du métatarse

Leur organisation est la même que celle du métacarpe, ils sont en revanche plus longs et leur section est circulaire alors que celle des os du métacarpe est aplatie en face palmaire (Blondaux, 2006).

5. Les doigts

Ils sont au nombre de deux par pied et sont constitués de trois phalanges distinctes ainsi que de six os sésamoïdes (Figure 5). L'existence de deux doigts supplémentaires vestigiaux, les doigts II et V, sont visualisable par de très petits osselets inclus dans les ergots (Barone, 2017).

Figure 5 : Ostéologie des doigts d'un pied de bovin. (Barone, 2017)



a) La phalange proximale

Elle est considérée comme un os long et est située entre le métacarpe/métatarse et la phalange moyenne. Elle est aplatie sur sa face axiale et possède trois faces et deux extrémités. Son extrémité distale est composée de deux reliefs condyloïdes séparés par une gorge (Budras *et al.*, 2003).

b) La phalange moyenne

Il s'agit d'un os court dont le corps est bref et étranglé, sa face dorsale est convexe et sa face palmaire/plantaire est planiforme. L'extrémité proximale possède deux cavités séparées par un relief, le tout permettant une complémentarité avec l'extrémité distale de la phalange proximale (Budras *et al.*, 2003). Sur la face palmaire se trouve un relief transversal appelé torus palmaire/plantaire complété d'une formation fibro-cartilagineuse le scutum moyen (Barone, 2017). Son extrémité distale est identique à celle de la phalange proximale.

c) La phalange distale

Tout comme la phalange moyenne, il s'agit d'un os court. Celui-ci est le plus distal du doigt et supporte l'onglon de ce dernier, on parle alors de phalange unguéale (Barone, 2017). Chez le bovin elle est étroite, allongée et son processus extensorius est développé (Bressou *et al.*, 1978), le tendon fléchisseur profond du doigt s'insère dessus.

La phalange proximale possède une cavité médullaire, la phalange moyenne n'en possède pas forcément et la phalange distale, qui est un os spongieux, en est dépourvu (Maggini, 1982).

d) Les os sésamoïdes proximaux

Ils sont au nombre de deux par doigt, situés du côté palmaire ou plantaire et complètent l'articulation métacarpo/métatarso-phalangienne. Pour chaque doigt l'os sésamoïde externe est plus volumineux mais moins allongé que l'os sésamoïde interne (Bressou *et al.*, 1978).

e) L'os sésamoïde distal

C'est un os plat, situé sur la face palmaire/plantaire de l'extrémité distale de la phalange moyenne et qui aide au renfort de l'articulation interphalangienne distale en donnant appui au tendon du fléchisseur profond du doigt (Blondaux, 2006).

C. Les moyens d'union

1. Le membre thoracique

Chez les bovins, il n'existe pas de muscle ayant un corps charnu situé uniquement dans la main (Bressou *et al.*, 1978). Ceux présents ont tous pour origine l'avant-bras ou de la jambe, ainsi les structures anatomiques présentes dans la main sont les tendons de ces muscles. Ils sont à répartir en deux grands groupes, ceux à tendons longs qui se terminent dans le doigt et ceux à tendons courts qui se terminent sur l'extrémité proximale du métacarpe (Barone, 2017).

a) *Les muscles antébrachiaux crâniiaux*

La Figure 6 illustre la position des tendons des muscles évoqués dans ce paragraphe.

(1) *L'extenseur commun des doigts*

Il provient de l'épicondyle latéral de l'humérus et possède deux tendons qui traversent le carpe dans la même gaine synoviale. Le plus large qui est aussi plus crânial est celui de l'extenseur médial du doigt. Il se termine principalement sur la phalange moyenne mais aussi sur la phalange distale du même doigt et sur la phalange proximale du second doigt de la main. Au niveau du paturon, le tendon est rejoint par les branches axiale et abaxiale du muscle interosseux III. Le second tendon de l'extenseur commun des doigts est l'extenseur commun des doigts III et IV dont le tendon se divise au-dessus du paturon. Chaque branche ainsi que sa gaine synoviale se termine sur le processus extensorius de chacune des deux phalanges distales de la main (Budras *et al.*, 2003). La fonction de ces muscles est l'extension du carpe et du doigt lors de la protraction ou de la phase d'appui (Barone, 2017).

(2) *L'extenseur latéral du doigt*

Il provient du ligament collatéral latéral. Le tendon du muscle extenseur latéral du doigt est rejoint par les branches du muscle interosseux IV et se termine de la même façon que l'extenseur médial du doigt (Budras *et al.*, 2003). Il assure la même fonction que le muscle extenseur commun des doigts (Barone, 2017).

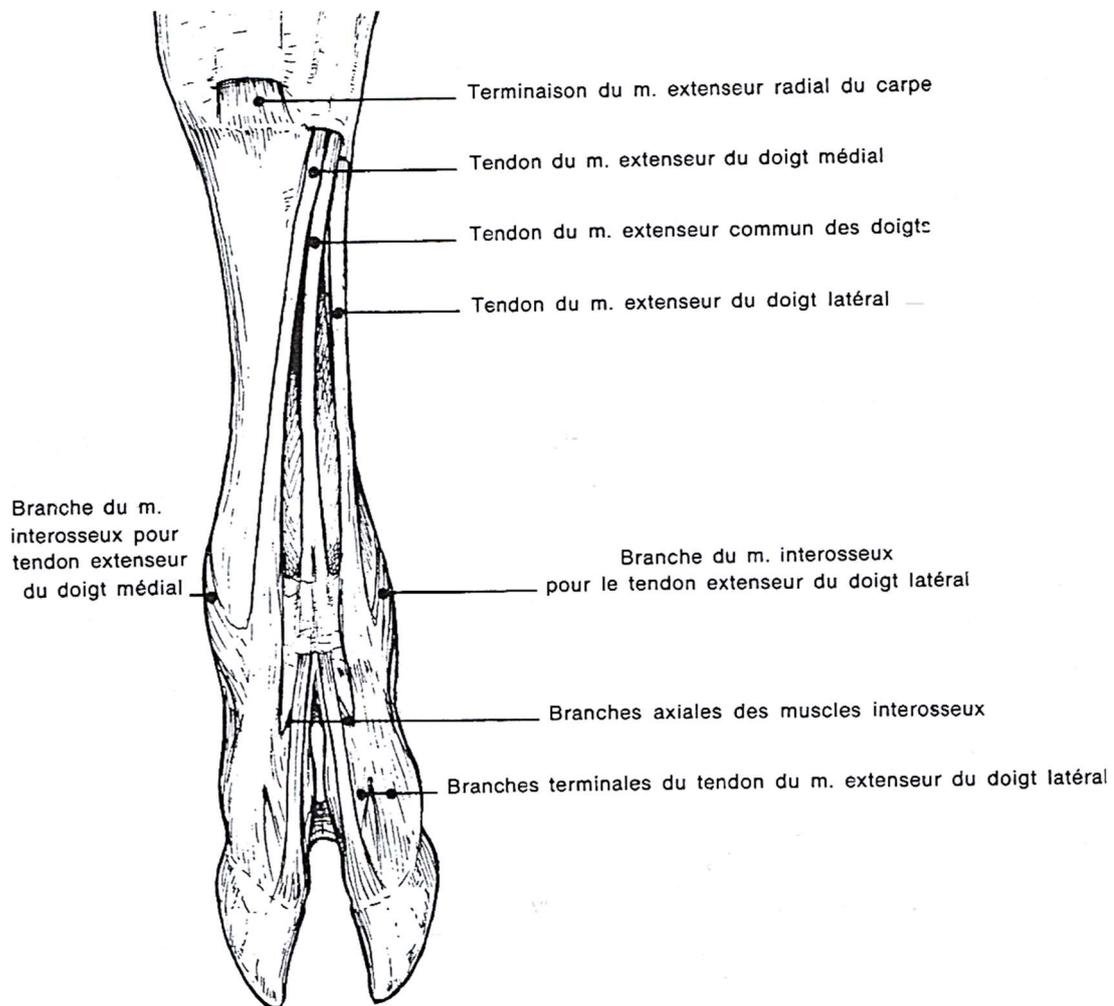
(3) *L'extenseur radial du carpe*

Il provient de la crête épicondylaire de l'humérus et se termine sur la face dorsale de l'os canon. Il est le muscle le plus volumineux de l'avant-bras (Bressou *et al.*, 1978). Il est extenseur du carpe lors de la phase de protraction (Barone, 2017).

(4) *Le muscle extenseur oblique du carpe*

Il est enfermé dans une gaine synoviale et se situe à côté du tendon de l'extenseur radial du carpe. Il se termine sur le métacarpe III.

Figure 6 : Tendons de la main du bœuf, face dorsale. (Barone, 2017)



b) Les muscles antébrachiaux caudaux

La Figure 7 illustre la position des tendons des différents muscles évoqués dans ce paragraphe.

(1) Le muscle ulnaire latéral

Son origine est l'épicondyle latéral de l'humérus et il se termine sur l'os accessoire du carpe et l'os canon. Il limite l'hyperextension du carpe lors de l'appui du membre (Barone, 2017).

(2) Le fléchisseur profond des doigts

Il provient de l'épicondyle médial de l'humérus, du bord caudal de l'olécrane et de la face palmaire du radius. Les tendons provenant des différents chefs du muscle fusionnent au niveau du carpe pour donner le tendon perforant qui se divisera à son tour en deux branches s'accrochant sur le tubercule d'insertion situé en face palmaire de la phalange distale (Budras *et al.*, 2003). Sa fonction est la flexion du carpe et des doigts, il limite de plus la descente du boulet lors de la phase d'appui du membre (Barone, 2017).

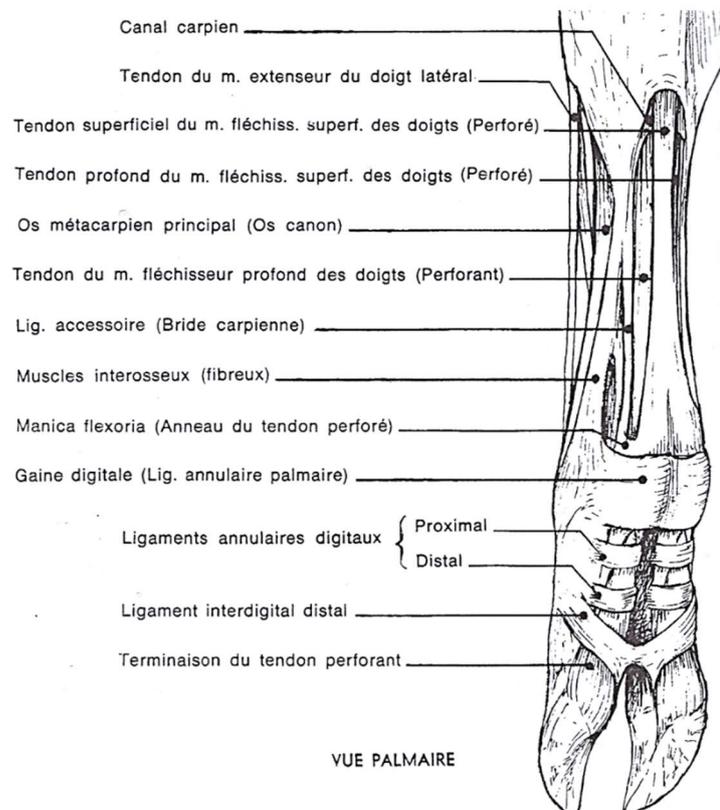
(3) Le fléchisseur superficiel des doigts

Provenant de l'épicondyle médial de l'humérus, il reçoit de plus un renfort fibreux provenant du radius, le ligament accessoire. Il se termine en deux branches sur le revers palmaire de la phalange moyenne. Il traverse le carpe accompagné du tendon du fléchisseur profond des doigts par le canal carpien. En région métacarpienne le tendon du fléchisseur superficiel couvre celui du fléchisseur profond, ceux-ci sont séparés par le fascia palmaire. Au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne, ils sont tous les deux recouverts d'une gaine épaisse, la gaine digitale. Dans la région des os sésamoïdes proximaux, le tendon du fléchisseur superficiel des doigts vient enrouler celui du fléchisseur profond, l'anneau ainsi formé se nomme la *manica flexoria*. C'est cette structure anatomique qui donne aussi un second nom au tendon du fléchisseur superficiel des doigts : le tendon perforé. Par analogie, celui du fléchisseur profond des doigts peut aussi s'appeler le tendon perforant (Blondaux, 2006). Ses fonctions sont les mêmes que le second muscle fléchisseur des doigts à la différence qu'il est uniquement fléchisseur de l'articulation interphalangienne moyenne (Barone, 2017).

(4) Les muscles à tendon court

Leur fonction est la flexion du carpe. Ils sont au nombre de trois : le muscle rond pronateur et les fléchisseurs radial et ulnaire du carpe (Budras *et al.*, 2003).

Figure 7 : Tendons de la main du bœuf, face palmaire. (Barone, 2017)



c) Les muscles propres de la main

Ce sont les muscles interosseux III et IV situés sur la face palmaire de la main (Figure 7). Ils s'attachent au métacarpe et se terminent sur l'os sésamoïde et le tendon du muscle extenseur correspondant. Ils étaient auparavant nommés ligaments suspenseurs du boulet en lien avec leur fonction : le maintien de l'angle métacarpo-phalangien lors de la phase d'appui (Blondaux, 2006).

d) Les fascias et gaines de la main

Dans la main lorsque les tendons des muscles passent au niveau d'une articulation, ceux-ci sont entourés d'une gaine visant à faciliter leur mouvement et assurer leur contention. Une gaine est formée de deux feuillets : un superficiel et un profond. Au niveau de l'articulation, le fascia se renforce avec des fibres transversales et assure alors le rôle du feuillet superficiel. Le feuillet profond quant à lui a une organisation qui peut différer, il peut ainsi être une capsule articulaire par endroits ou associé à d'autres structures fibreuses. Dans la gaine, une synoviale vaginale entoure le tendon. Elle comprend de la même façon un feuillet pariétal qui est au contact des parois de la gaine, un feuillet tendineux au contact du tendon et le mésotendon permettant de les mettre en continuité. Ce dernier permet le passage des nerfs et des vaisseaux sanguins destinés au tendon. Cette synoviale s'étend plus proximale et plus distale que la gaine tendineuse donnant deux récessus : le récessus proximal et le récessus distal (Blondaux, 2006).

(1) Le fascia dorsal

Sur la face dorsale de la main le fascia dorsal est la continuité du fascia antébrachial. Le feuillet superficiel participe à l'élaboration du rétinaculum des extenseurs alors que le feuillet profond correspond à la capsule articulaire dorsale du carpe (Barone, 2017).

(2) Le fascia palmaire

Sur la face palmaire du carpe se trouve le canal carpien. Il est délimité en surface par le rétinaculum des fléchisseurs et en profondeur par la capsule articulaire palmaire du carpe. Les tendons des muscles fléchisseurs profond et superficiel des doigts passent au travers du canal carpien dans une seule et même synoviale vaginale. Toujours sur la face palmaire plus distalement se trouve le fascia palmaire qui, bien qu'ayant la même organisation que le fascia dorsal, est beaucoup plus développé. Le feuillet superficiel est constitué de trois ligaments annulaires (Figure 8) : le ligament annulaire palmaire en regard des os sésamoïdes proximaux, le ligament annulaire digital proximal en regard de la phalange proximale et le ligament annulaire digital distal en regard des deux dernières phalanges. Le feuillet profond de la gaine digitale est formé de la face palmaire des phalanges mais aussi de formations fibreuses telles que le scutum proximal formé des os sésamoïdes proximaux et du ligament intersésamoïdien ou scutum moyen (Barone, 2017).

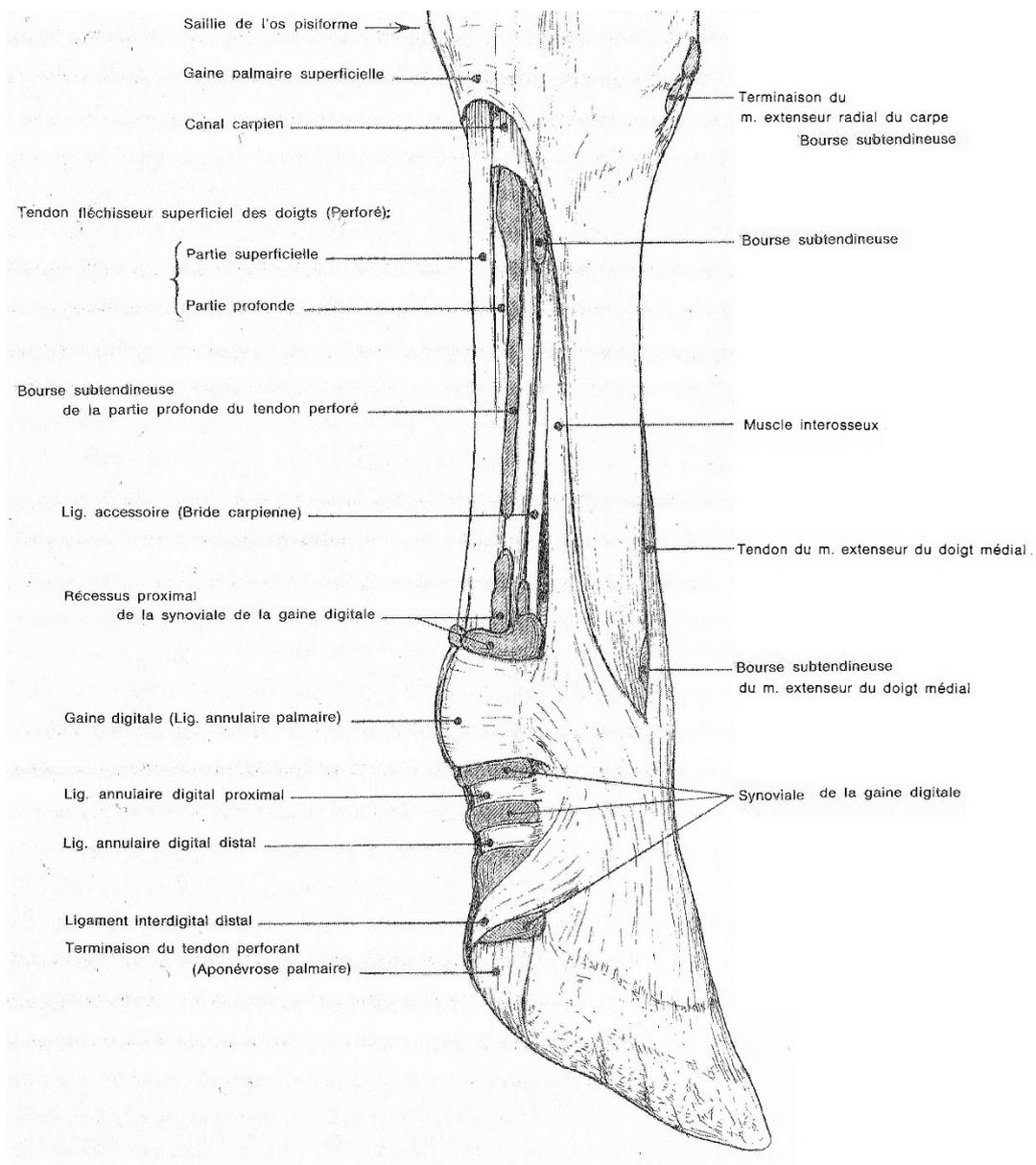
Il existe une seconde structure anatomique permettant aux tendons de coulisser plus facilement : les bourses synoviales (Figure 8). À la différence des gaines synoviales, celles-ci n'entourent pas le tendon mais s'appliquent uniquement sur sa face plus profonde. La paroi de ces bourses est formée par une membrane synoviale capable de sécréter la synovie et de remplir la bourse. Dans la main il existe deux bourses synoviales : la bourse subtendineuse des tendons extenseurs des doigts et la bourse podotrochléaire. La première est située sur la face dorsale de

l'articulation métacarpo-phalangienne et sépare le tendon extenseur des doigts de la capsule articulaire dorsale du boulet. La seconde est située entre le tendon fléchisseur profond du doigt et l'os sésamoïde distal (Barone, 2017).

e) Les ligaments de la main

Leur rôle est de renforcer la capsule articulaire là où les mouvements doivent être limités. Ils peuvent être classés en trois groupes : les ligaments intersésamoïdiens unissant deux os sésamoïdes, les ligaments sésamoïdo-phalangiens unissant les os sésamoïdes aux phalanges proximale et moyenne et les ligaments métacarpo-phalangiens unissant l'os métacarpien III à l'ensemble sésamoïdo-phalangien (Bressou *et al.*, 1978) (Figure 8).

Figure 8 : Tendons, gaines et synoviales de la main d'un bœuf. (Barone, 2017)



2. Le membre pelvien

a) *Les muscles jambiers crâniens*

La Figure 9 illustre la position des tendons des différents muscles évoqués dans ce paragraphe.

(1) *Le muscle péronier antérieur*

Il s'attache d'un côté dans la fosse de l'extenseur du fémur et se termine sur l'os tarsal issu de la fusion des os tarsaux II et III sous le ligament collatéral latéral et sur les métatarses II et IV. Il est perforé par le tendon du muscle tibial crânial (Budras *et al.*, 2003).

(2) *Le muscle tibial crânial*

Provenant de la fosse tibiale et du condyle tibial, il fusionne avec le vestige du muscle long extenseur du doigt I. Il se termine sur l'os tarsal I et sur les métacarpes III et IV. C'est un muscle fléchisseur du pied (Barone, 2017).

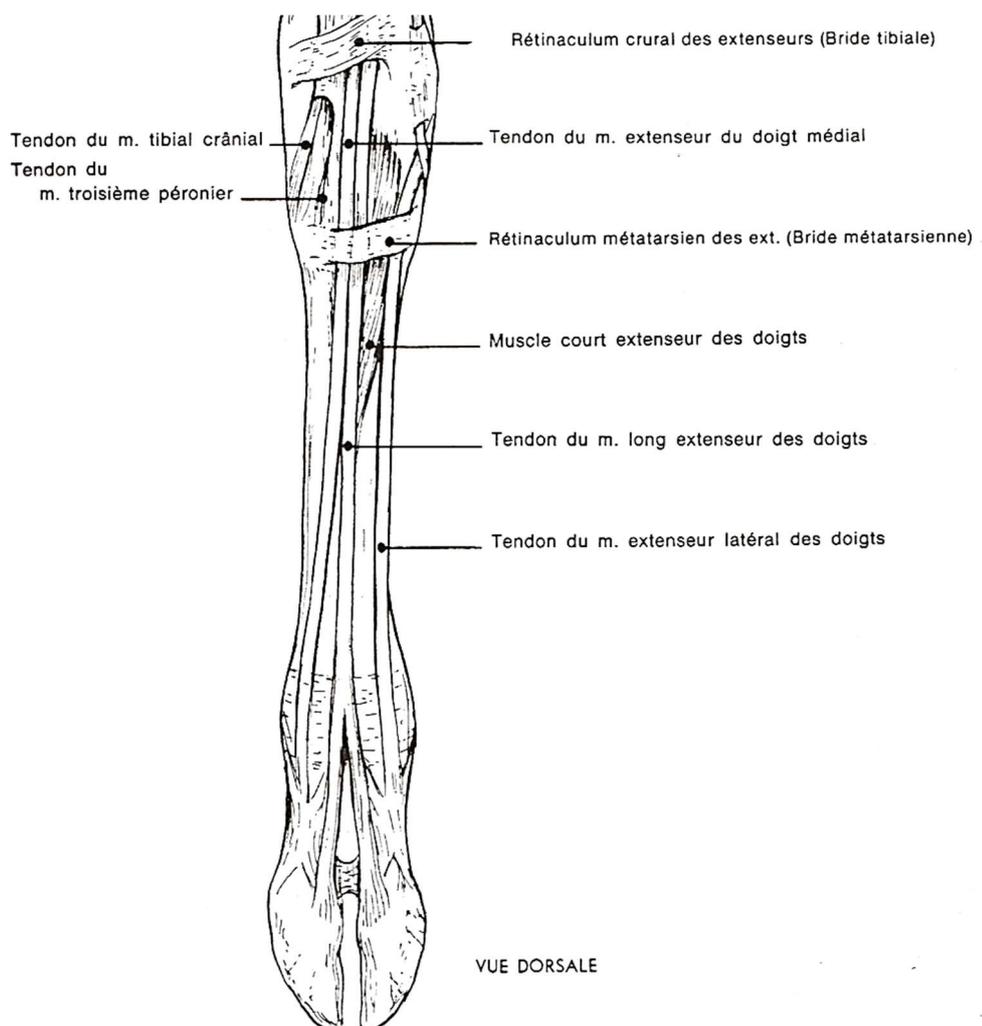
(3) *Le muscle long extenseur du doigt*

Prenant naissance dans la fosse de l'extenseur du fémur, son organisation est similaire à celle de l'extenseur commun des doigts de la main. Il se divise en deux branches : une latérale superficielle qui donne l'extenseur des doigts III et IV et une médiale profonde qui donne l'extenseur médial des doigts, l'extenseur du doigt III (Budras *et al.*, 2003). Ce muscle est extenseur du grasset, fléchisseur du tarse et extenseur des doigts ; il intervient dans la flexion du pied (Barone, 2017).

(4) *Le muscle extenseur latéral du doigt*

Extenseur de la phalange, aussi appelé extenseur du doigt IV, il provient de l'extrémité fibreuse de la fibula et se termine en face dorsale de la phalange proximale du doigt IV (Barone, 2017).

Figure 9 : Tendons du pied du bœuf, face dorsale. (Barone, 2017)



b) Les muscles jambiers caudaux

La Figure 10 illustre la position des tendons des muscles évoqués dans ce paragraphe.

(1) Le muscle gastrocnémien

Il possède deux branches proximales provenant de la face supra-condyloire du fémur et se termine sur la tubérosité calcanéenne. Ces deux branches sont séparées presque jusqu'à la fin du muscle (Budras *et al.*, 2003). Il est fléchisseur du grasset et extenseur du tarse tout en stabilisant le jarret lors de la phase d'amortissement (Barone, 2017).

(2) *Le muscle fléchisseur superficiel des doigts*

Passant entre les deux branches du muscle gastrocnémien, ce muscle a par ailleurs la même origine que la branche latérale du muscle gastrocnémien sur la fosse supra-condyloire du fémur. Il se termine sur le scutum moyen de chaque phalange moyenne (Budras *et al.*, 2003). Sa fonction est la flexion des phalanges moyennes par rapport aux phalanges proximales, la flexion du doigt sur le métatarse et l'extension de la jambe, enfin il participe passivement au soutien du membre lors de la locomotion (Barone, 2017). Il est l'équivalent du muscle perforé de la main.

(3) *Le muscle fléchisseur profond des doigts*

De même, il existe un muscle ayant un rôle similaire au muscle perforant de la main : le fléchisseur profond des doigts. Il correspond à un ensemble de trois muscles : le muscle tibial caudal, le fléchisseur latéral des doigts et le fléchisseur médial des doigts. Ces trois muscles voient leurs tendons fusionner pour donner le fléchisseur commun profond des doigts qui a la même organisation que son homologue situé dans la main. Ces trois muscles ont pour origine la fibula, le condyle latéral du tibia et la face plantaire du tibia (Budras *et al.*, 2003). Leurs fonctions sont l'extension du tarse, la flexion des doigts et le soutien des articulations lors des déplacements (Barone, 2017).

(4) *Le muscle long fibulaire*

Anciennement appelé le muscle long péronier latéral, il se trouve sur la face plantaire du tarse et s'accroche à l'os tarsal I (Barone, 2017).

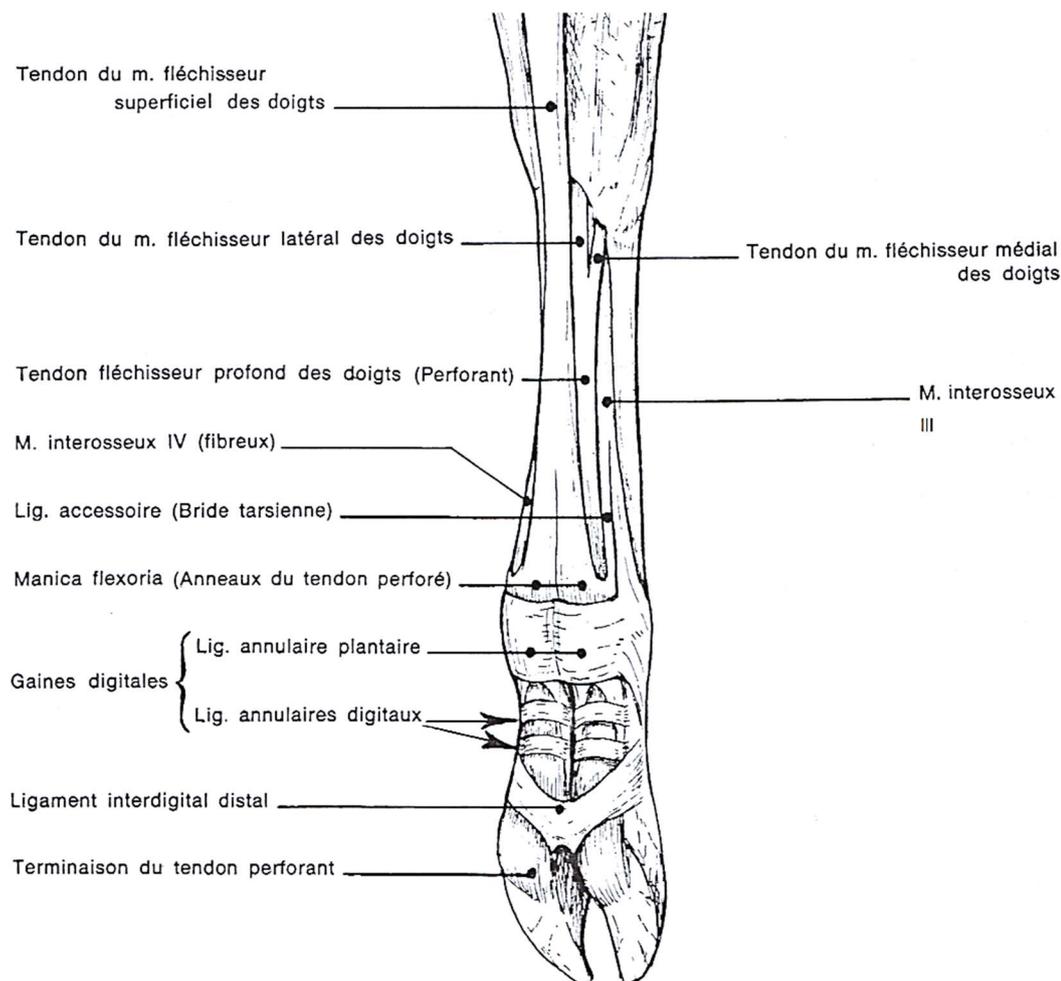
c) *Les muscles propres du pied*

Chez les bovins l'organisation des muscles propres de la main et du pied sont relativement les mêmes, cependant on note dans le pied la présence du muscle court extenseur des doigts (Blondaux, 2006).

d) *Les fascias, ligaments, et gaines du pied*

Leur organisation est très similaire à celle de ceux se trouvant dans la main (Blondaux, 2006).

Figure 10 : Tendons du pied du bœuf, face plantaire. (Barone, 2017)



D. Innervation de la main et du pied

1. Innervation de la main

Celle-ci est assurée par plusieurs nerfs devant assurer la motricité et la sensibilité de la main (Figure 11). Chaque doigt possède quatre nerfs : deux palmaires et deux dorsaux.

a) *Le nerf radial*

La branche superficielle du nerf radial passe dorsomédialement au carpe. Il peut être palpé au niveau de la moitié du métacarpe. Il donne à cet endroit les nerfs dorsaux communs des doigts II et III. Le premier donnera ensuite le nerf axial dorsal du doigt II (ergot médial) et le nerf abaxial dorsal du doigt III. Le second rejoint l'espace interdigital pour donner le nerf axial dorsal du doigt III et celui du doigt IV (Budras *et al.*, 2003).

Ce nerf est moteur pour les muscles extenseurs de la main et sensitif pour le territoire cutané de la face dorsale de la main (Barone et Simoens, 2010).

b) Le nerf médian

Il se trouve en face palmaire et arrive dans la main par le canal carpien. Au niveau du métacarpe, il se divise en deux branches donnant un rameau médial innervant le doigt III et un rameau latéral innervant le doigt IV. Chacun de ses rameaux se divisant à son tour pour donner un rameau axial et un rameau abaxial pour le doigt innervé (Budras *et al.*, 2003).

Le nerf médian est moteur pour les muscles fléchisseurs profond et superficiel des doigts et sensitif pour la face palmaire de la main (Barone et Simoens, 2010).

c) Le nerf ulnaire

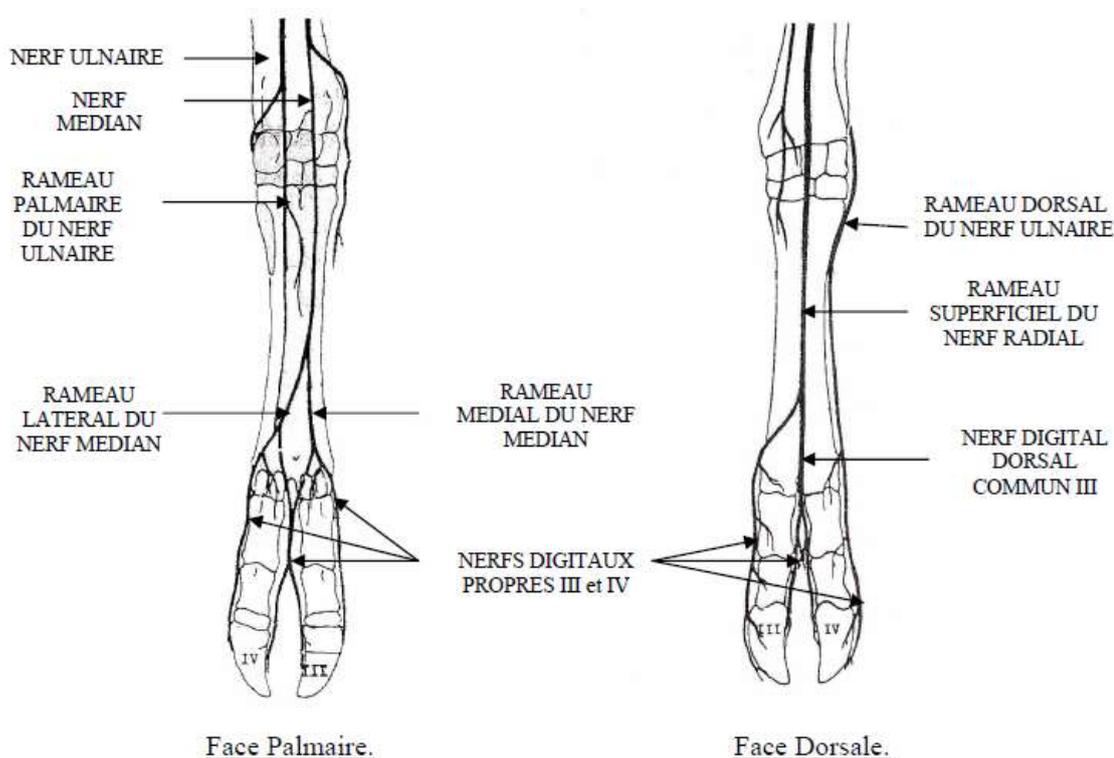
Il se divise en deux rameaux, un dorsal et un palmaire, au milieu de l'avant-bras.

Le rameau palmaire se divise à nouveau en deux branches, une superficielle et une profonde. La branche profonde rejoint alors les muscles interosseux alors que la branche superficielle fusionne avec le nerf médian pour donner le nerf digital commun palmaire IV. Il se divisera alors en un rameau axial innervant le doigt V (ergot latéral) et un abaxial pour innerver le doigt IV (Budras *et al.*, 2003).

Le rameau dorsal rejoint la face dorsale environ deux centimètres proximale à l'os accessoire du carpe et reste sur la face latérale du carpe. Il devient le nerf commun du doigt IV. Au niveau de la zone dorsolatérale du boulet, il donne naissance au nerf axial dorsal du doigt V. L'autre partie du nerf deviendra le nerf abaxial dorsal du doigt IV (Budras *et al.*, 2003).

Ce nerf est moteur pour le fléchisseur superficiel des doigts, pour le chef ulnaire du fléchisseur profond du doigt et sensitif pour la région digitale palmaire (Barone et Simoens, 2010).

Figure 11 : Innervation de la main gauche du bovin. (Therin *et al.*, 1988)



2. L'innervation du pied

L'organisation de l'innervation est la même que dans les doigts de la main, avec quatre nerfs par doigt (Figure 12). Le nerf tibial se divise pour donner le nerf plantaire latéral et le nerf plantaire médial.

a) Le nerf plantaire latéral

Il descend en profondeur et latérodistalement pour rejoindre le métatarse. Au niveau de son croisement avec le tendon du fléchisseur profond il donne un rameau profond qui rejoint les muscles interosseux III et IV, le reste prend le nom de nerf digital commun plantaire IV. Ce dernier donne un rameau innervant la face plantaire axiale du doigt V et un autre la face plantaire abaxiale du doigt IV (Budras *et al.*, 2003).

b) Le nerf plantaire médial

Il descend le long du côté médial du tarse et du métatarse, il se divise au tiers distal du métatarse pour donner le nerf digital commun plantaire II et le nerf digital commun plantaire III. Le premier donne un rameau qui innerve la face plantaire axiale du doigt II et un autre qui innerve la face plantaire abaxiale du doigt III. Le second rejoint le milieu de la phalange proximale et se divise en un rameau innervant la face axiale et plantaire du doigt III et un autre faisant de même pour le doigt IV. Chacun de ces nerfs reçoit une branche du nerf dorsal superficiel et du nerf dorsal profond (Budras *et al.*, 2003).

Les nerfs plantaires sont sensitifs pour la face plantaire du pied. Le nerf tibial lui est moteur pour les muscles jambiers caudaux (Barone et Simoens, 2010).

c) Le nerf fibulaire superficiel

Il donne proximatement un rameau dorsal : le nerf digital commun dorsal du doigt IV. Celui-ci se sépare en deux rameaux pour innerver la face axiale et dorsale du doigt V d'une part et la face dorsale et abaxiale du doigt IV d'autre part. Le rameau principal du nerf fibulaire superficiel se divise au niveau du tiers proximal du métatarse pour donner le nerf digital commun dorsal III et le nerf digital commun dorsal II. Ce second rameau innerve la face dorsale axiale du doigt II et la face dorsale abaxiale du doigt III. Le nerf digital commun III rejoint l'espace interdigital pour innerver les faces axiales dorsales des doigts III et IV. Juste avant d'innerver ces territoires il envoie une branche au nerf dorsal profond du doigt III (Budras *et al.*, 2003).

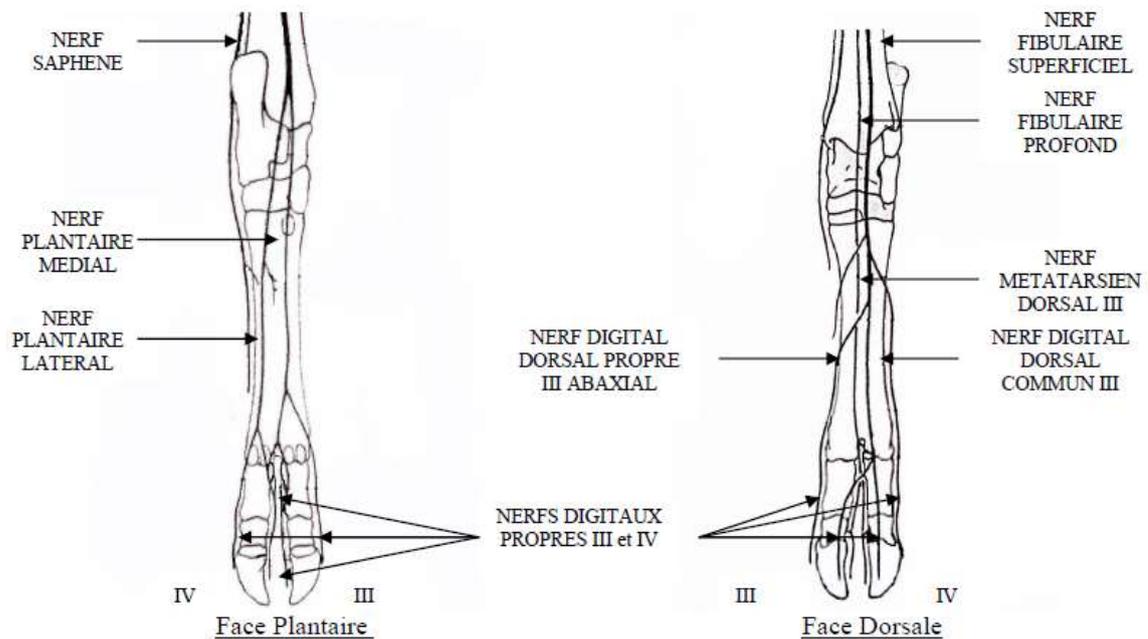
Ces nerfs sont moteurs pour le muscle extenseur latéral du doigt IV et sensitifs pour la région cranio-latérale de la jambe et de la main (Barone et Simoens, 2010).

d) Le nerf fibulaire profond

Il rejoint l'espace interdigité par la face dorsale du métatarse. Il prend alors le nom de nerf métatarsien dorsal III, reçoit une branche du nerf fibulaire superficiel et se divise pour rejoindre les nerfs digitaux plantaires axiaux (Budras *et al.*, 2003).

Ces nerfs sont moteurs pour le muscle extenseur commun des doigts et sensitifs pour la face cutanée dorsale du métatarse et des doigts (Barone et Simoens, 2010).

Figure 12 : Innervation du pied du bovin. (Blondaux, 2006)



E. La vascularisation de la main et du pied

De façon générale les artères et les veines suivent le même trajet et présentent les mêmes divisions que les nerfs.

1. La vascularisation du pied

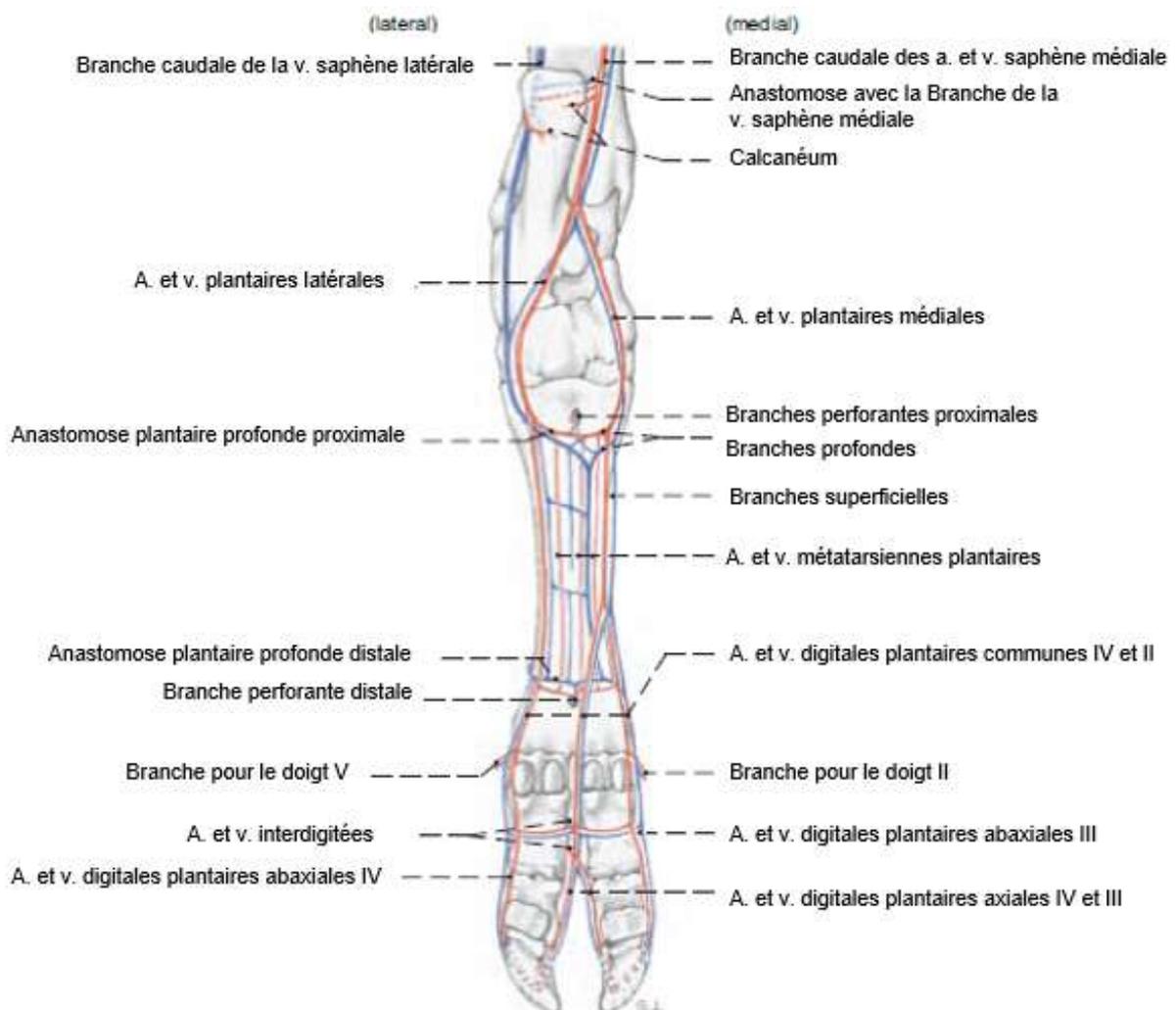
Sur la face plantaire (Figure 13), on retrouve les artères et veines plantaires médiales suivant le trajet du nerf tibial. Ainsi, elles se situent sur la face médiale du tarse et du métatarse et sont recouvertes par le fascia. Au niveau du métatarse, elles prennent place dans l'espace entre les tendons du muscle interosseux et celui de fléchisseur profond des doigts prenant alors le nom de branches superficielles de l'artère et veine plantaires superficielles. Elles se séparent ensuite donnant naissance aux artères et veines digitales plantaires des doigts II et III. Suivant alors la séparation expliquée pour les nerfs similaires, elles se divisent pour donner les artères et veines digitales plantaires axiales II et III et digitales plantaires abaxiales III et IV. Il est à noter que l'artère et la veine digitales plantaires communes III s'anastomosent avec l'artère et la veine métatarsiennes dorsales *via* l'artère et la veine interdigitées (Budras *et al.*, 2003).

Toujours sur la face plantaire se trouvent l'artère et la veine plantaires latérales qui suivent le trajet du nerf plantaire latéral. Juste après avoir rejoint latéralement le tendon du fléchisseur profond des doigts distalement au tarse, elles prennent le nom d'artère et veine digitales plantaires communes IV après avoir émis des rameaux en direction des muscles interosseux III et IV. Elles se distribueront alors de la même façon que l'artère et la veine digitales plantaires communes III pour donner les artères et les veines digitales propres axiales V et digitales propres abaxiales IV (Budras *et al.*, 2003).

Les artères digitales propres axiales III et IV émettent un rameau en direction de leur bulbe respectif et descendent en longeant les phalanges. Arrivées au niveau de leur onglon, elles émettent des artères en direction du pododerme et du coussin coronaire avant de pénétrer dans leur phalange distale associée par le foramen axial. Après ceci, elles se répandent en un réseau artériel interconnecté qui vascularise les dermes coronaires, pariétaux, bulbaires et solaires associés. Ces systèmes artériels pododermiques s'anastomosent en direction plantaire avec l'artère du bulbe. Le retour sanguin de ces vaisseaux est assuré de façon similaire avec un réseau de veines interconnectées drainant le sang situé dans les capillaires de la phalange, de la paroi, de la sole et du bulbe. Il est à noter que dans le pododerme, afin de faciliter le retour veineux, il existe des valves (Vermunt et Leach, 1993).

Sur la face dorsale se trouvent presque uniquement des veines assurant le retour veineux depuis les structures étudiées précédemment. Les veines digitales dorsales propres axiales III et IV débouchent dans la veine digitale dorsale commune III qui remonte le long de l'axe du membre pour fusionner avec la veine digitale dorsale commune IV et donner la branche crâniale de la saphène latérale (Vermunt et Leach, 1993 ; Budras *et al.*, 2003).

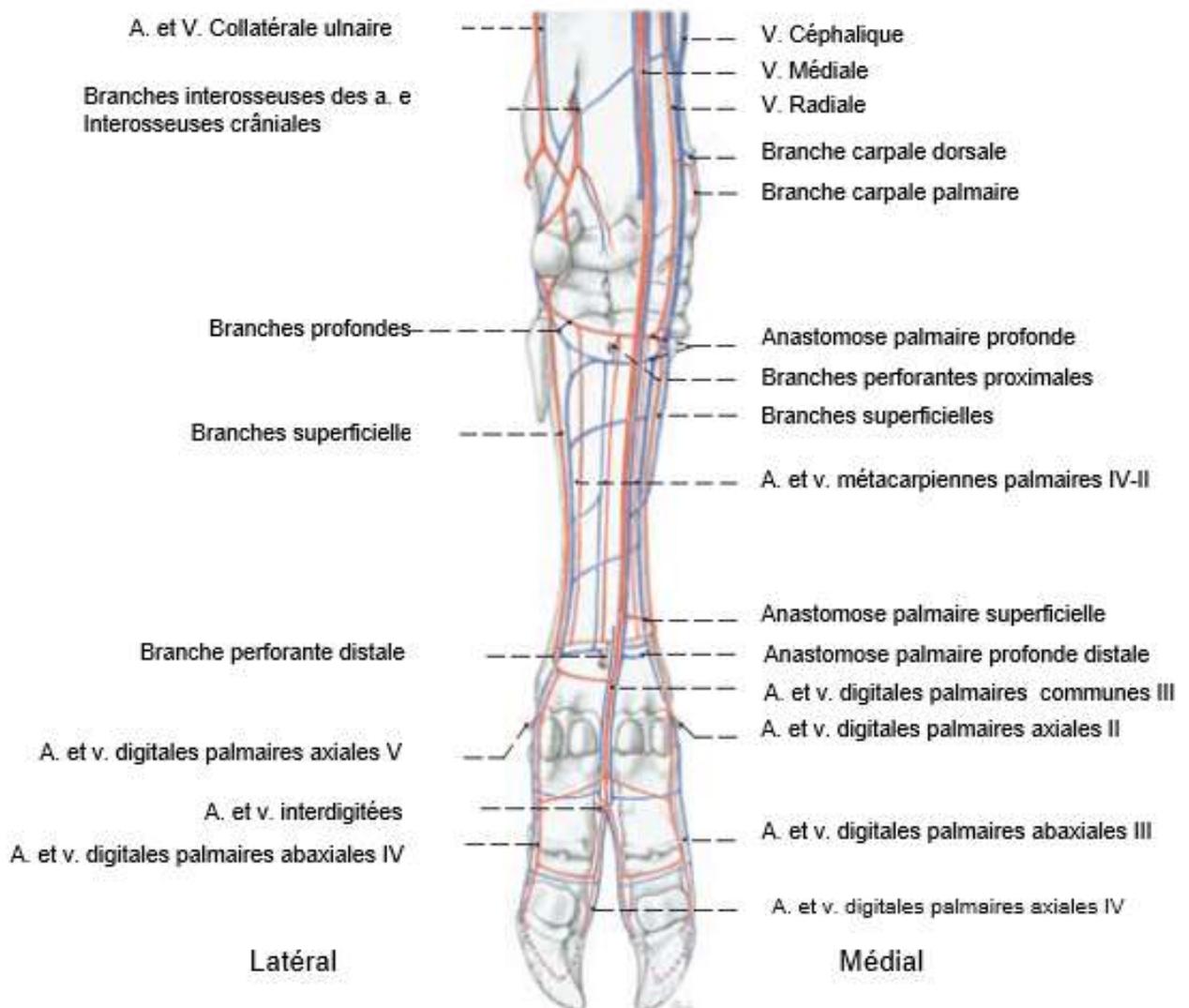
Figure 13 : Artères et veines du pied du bœuf en vue palmaire. (Budras *et al.*, 2003)



2. La vascularisation de la main.

Elle est assurée par les artères médiane, radiale, collatérale ulnaire et interosseuse qui se sont anastomosées au niveau du carpe (Figure 14). Les vaisseaux issus de ces différentes artères se déploient dans la main de façon similaire au pied afin de donner pour chaque doigt deux artères dorsales et deux palmaires qui s'anastomosent par endroits. Le retour veineux quant à lui comporte un réseau superficiel collectant le sang provenant des capillaires du derme de l'onglon en prenant un nom différent en fonction du territoire drainé : solaire, pariétal ou coronaire. Un second réseau plus profond assure lui le drainage des structures internes et est constitué pour chaque doigt de deux veines digitales palmaires propres et de deux veines digitales propres dorsales. Elles donneront ensuite les veines digitales communes qui donneront la veine céphalique (Blondaux, 2006).

Figure 14 : Artères et veines de la main du bœuf en vue palmaire. (Budras *et al.*, 2003)



Deuxième partie : les techniques anesthésiques du pied des bovins

A. Les indications thérapeutiques à l'anesthésie du pied du bovin

Lors de certains soins réalisés sur le pied des bovins, une anesthésie de celui-ci peut s'avérer nécessaire. Il existe deux grandes indications à l'anesthésie du pied du bovin : l'amputation d'une partie du doigt (ou amputation d'onglon) et la gestion de la douleur lors du parage de lésions impliquant le pododerme.

1. L'amputation

L'amputation est une solution de dernier recours : si elle ne permet pas de conserver l'animal pendant une très longue période dans l'élevage, elle permet néanmoins de limiter les pertes économiques pour l'éleveur en permettant à l'animal de terminer la lactation de l'animal ou encore d'atteindre le terme de sa gestation (Koch, 1986 ; Desoubry, 2008).

On peut réaliser une amputation d'un onglon, d'un ergot ou du membre. Bien que les affections menant à cette indication thérapeutique puissent parfois être soignées d'une autre manière, l'amputation reste une alternative de faible coût et de moindre risque pour la plupart d'entre elles en ayant l'avantage d'assurer la guérison de l'animal (Desrochers, 1996 ; Vignault, 2001).

Les affections pouvant être soignées par une amputation sont répertoriées dans le Tableau 1 : la technique employée étant citée selon le type d'affection rencontrée (Anderson *et al.*, 1976 ; Laur, 1976 ; Desrochers, 1996 ; Ferguson, 2004 ; Desoubry, 2008).

Tableau 1 : Indications pathologiques aux différents types d'amputation. (Desoubry, 2008)

Type d'amputation	Affections associées
Amputation d'onglon	<ul style="list-style-type: none">- Arthrite septique de l'articulation interphalangienne distale- Arthrite septique de l'articulation interphalangienne proximale- Ostéite ou ostéomyélite de la phalange distale- Synovite, ténosynovite et abcès rétro articulaire- Fracture de la phalange distale
Amputation d'ergot	<ul style="list-style-type: none">- Traumatismes réguliers des trayons par les ergots chez les vaches laitières
Amputation basse du membre	<ul style="list-style-type: none">- Gangrène de l'extrémité du membre- Fracture- Plaies graves

Il existe cependant quelques contre-indications à ces chirurgies. Pour l'amputation d'un doigt, il convient de s'assurer que le doigt controlatéral est sain ; cette même précaution doit être prise pour une amputation de membre avec le membre controlatéral. Le poids de l'animal ne doit pas dépasser 700 kilogrammes pour supporter une amputation de membre (Pejsa *et al.*, 1993). Enfin comme évoqué précédemment l'animal aura une espérance de vie limitée après cette chirurgie et l'éleveur ne doit donc pas vouloir le garder longtemps dans son élevage.

2. Affections du pododerme

Le pododerme correspond à la partie du pied du bovin située sous la couche cornée. Il est considéré comme la partie sensible du pied et regroupe des vaisseaux sanguins, des nerfs, le derme et le périoste de la troisième phalange (Blondaux, 2006). En Suisse, il est obligatoire d'anesthésier un bovin lorsque le parage implique le pododerme (Anonyme, 2005 ; Becker *et al.*, 2013) car cet acte est considéré comme très douloureux. Ainsi des vétérinaires suisses interrogés au cours d'une enquête ont estimé à environ 7/10 la douleur d'un tel acte (Becker *et al.*, 2013). Les affections du pododerme nécessitant un parage et donc une anesthésie sont :

- les ulcères de la sole ;
- les hyperplasies interdigitées ou limaces ;
- les infections de la ligne blanche (Becker *et al.*, 2013).

Cette obligation de prise en charge existant en Suisse, il est possible d'imaginer qu'une prise en charge similaire pourrait être indiquée en France, même en l'absence d'obligation légale.

B. L'anesthésie locale

L'anesthésie locale consiste à bloquer les influx nerveux moteurs et sensitifs d'une zone du corps de manière réversible. Elle ne permet que des interventions localisées et a comme avantage de présenter moins de risques qu'une anesthésie générale.

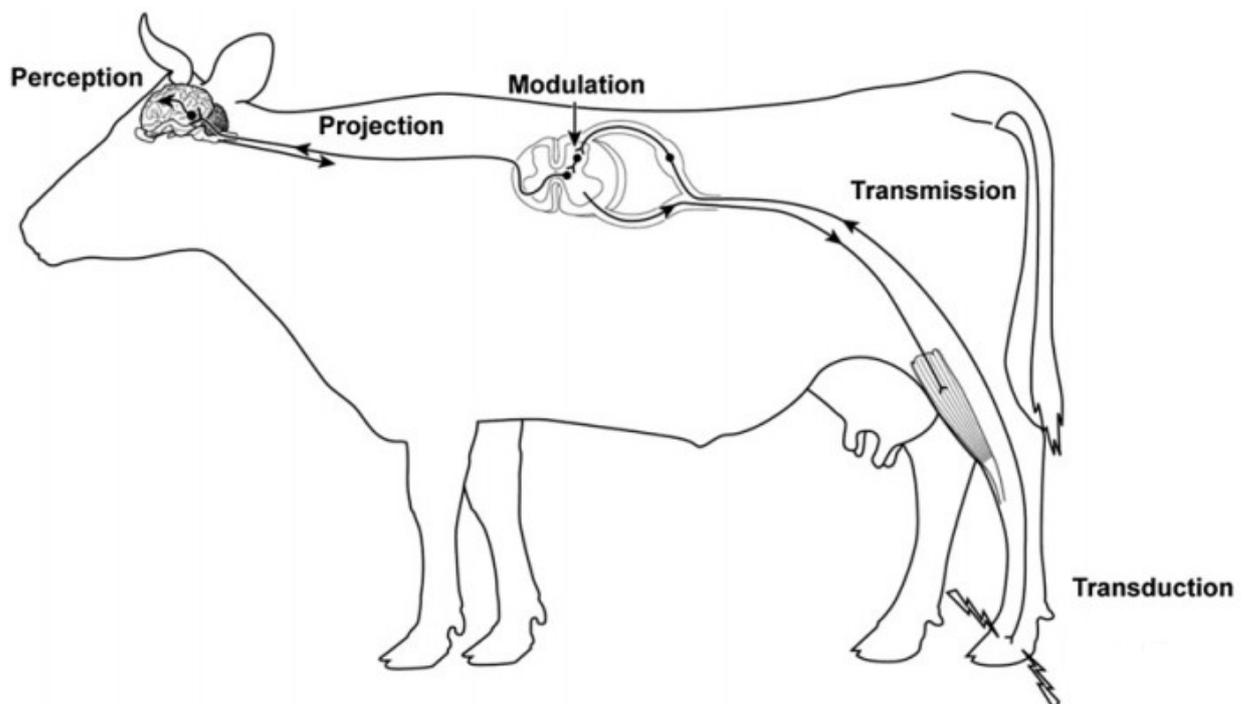
1. Mécanismes physiologiques de la douleur

La douleur peut être définie de la façon suivante : « la douleur est une expérience sensorielle et émotionnelle aversive représentée par la "conscience" que l'animal a de la rupture ou de la menace de rupture de l'intégrité de ses tissus ». Chez les animaux vertébrés, elle provoque des réactions motrices de protection, des réponses neuro-végétatives et des réponses d'évitement apprises (Le Neindre *et al.*, 2009). Une expérience aversive est due à la stimulation de récepteurs sensibles aux stimuli nocifs (les nocicepteurs) et à l'intégration corticale de leur message. Il existe trois types de stimuli nociceptifs : une température supérieure à 43°C ou inférieure à 5°C, une pression supérieure à 6 bars ou encore un pH inférieur à 6 (Pereira Le Corre, 2013).

L'intégration d'un stimulus douloureux comporte cinq étapes (Figure 15) (Pereira Le Corre, 2013):

- (1) **La transduction** : une fois la stimulation nocive perçue par le nocicepteur, celui-ci la traduit en un potentiel d'action
- (2) **La transmission** : le potentiel d'action est transmis le long de l'axone du nerf sensitif jusqu'à la corne dorsale de la moelle épinière *via* les ganglions rachidiens grâce à des canaux voltages dépendants. Les fibres afférentes sont de plusieurs types en fonction de leur myélinisation, de leur diamètre, de l'origine du stimulus nocif. Les fibres A delta sont ainsi légèrement myélinisées, de diamètre moyen (2 à 6 micromètres) à conduction rapide (2 – 10 m/s) et activées par des stimuli d'intensité élevée. Les fibres C sont non myélinisées, de diamètre faible (moins de 1 micromètre) et à conduction lente (moins de 1 m/s). Elles peuvent être non peptidergiques et expriment alors une douleur neuropathique, ou peptidergiques et expriment alors une douleur inflammatoire.
- (3) **La modulation** : elle est effectuée par les neurones sensitifs dont les corps cellulaires sont situés dans les ganglions crâniens et rachidiens.
- (4) **La projection** : elle est effectuée par les neurones ayant déjà effectué la modulation. Il s'agit de la transmission du message à l'encéphale.
- (5) **La perception** : elle consiste en la discrimination sensorielle et l'évaluation cognitive donnant lieu à la prise de décision.

Figure 15 : Les différentes étapes de l'intégration de la douleur.
(Anderson et Edmondson, 2013)



Afin d'empêcher l'animal de ressentir la douleur il suffit de bloquer l'une de ces étapes. Lors d'une chirurgie, l'utilisation d'anesthésiques locaux permet d'agir sur la transmission en interférant avec la capacité des neurones à générer ou transmettre l'influx nerveux (Lumb et Jones, 1984).

2. Les molécules utilisables

Les caractéristiques attendues d'un anesthésique local sont (Lumb et Jones, 1984 ; Steffey et Booth, 1995 ; Harkins *et al.*, 1995 ; Birague, 2006) :

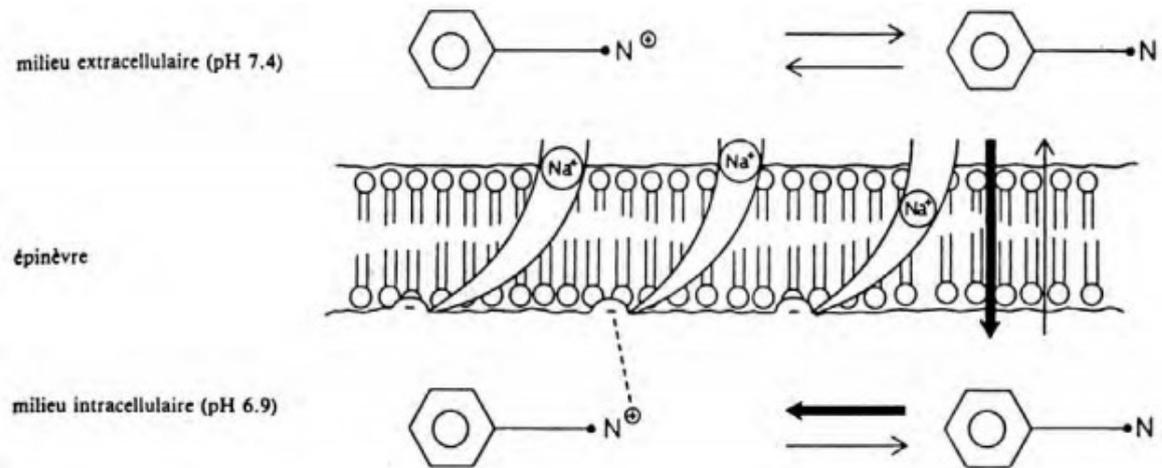
- une bonne pénétration dans les tissus ;
- un potentiel élevé à basse concentration ;
- un temps de latence court ;
- une durée d'action longue la plus longue possible ;
- une toxicité systémique faible ;
- ne pas être irritant pour les nerfs et les tissus dans lesquels il est injecté ;
- une action réversible ;
- être disponible en solution stérile.

Cependant aucun anesthésique ne remplit parfaitement ces conditions. Il convient donc de choisir celui qui est le plus adapté à la chirurgie à pratiquer et à l'état général du bovin à anesthésier parmi les spécialités qui possèdent une autorisation de mise sur le marché pour l'espèce bovine. Afin de pouvoir être utilisés, les anesthésiques sont mis en phase aqueuse sous forme de chlorhydrate. Par souci de simplification lors de l'étude des différentes molécules disponibles, nous appellerons procaine le chlorhydrate de procaine et ferons de même pour les différentes molécules évoquées.

Lors d'une anesthésie locale, les molécules anesthésiques ont pour effet d'augmenter le seuil d'excitabilité des neurones bloquant ainsi la transmission des potentiels d'actions et le message nerveux (Birague, 2006 ; Lee, 2008). Cette action est réversible et non spécifique. Tous les nerfs de la zone anesthésiée sont touchés, plus ou moins fortement en fonction de la quantité d'anesthésique reçu et du type de fibre (Birague, 2006). On observe *in vivo* que les sensations disparaissent selon l'ordre suivant : douleur (qui disparaît donc la première), froid, chaleur, toucher, proprioception puis pression profonde (Lumb et Jones, 1984 ; Steffey et Booth, 1995 ; Birague, 2006). De plus, les fibres sensibles sont affectées avant les fibres motrices.

Cette action nécessite que la molécule soit une base faible liposoluble avec un pôle hydrophile et un pôle lipophile, permettant ainsi sa diffusion dans l'espace extracellulaire mais aussi à l'intérieur des cellules. En effet, le blocage de l'entrée de l'ion sodium à l'origine de la modification du potentiel d'action se fait par liaison de la molécule anesthésique avec les canaux sodiques voltage-dépendants de façon intracellulaire et sous forme ionisée (Begaud et Montastruc, 1989). L'entrée dans la cellule par diffusion à travers la membrane cytoplasmique se fait sous forme non ionisée. La molécule doit donc être sous forme basique au pH physiologique (pH = 7,4) et sous forme ionisée au pH intracellulaire (pH = 6,9) (Figure 16). En cas d'inflammation ou d'infection du site d'injection, le pH peut être plus acide rendant alors la pénétration de l'anesthésique plus difficile car l'équilibre acido-basique est déplacé, la molécule étant alors sous forme ionisée (Birague, 2006).

Figure 16 : Représentation schématique de l'influence du pH sur l'ionisation des anesthésiques locaux permettant leur pénétration dans les cellules et leur fixation sur les canaux sodiques (Begaud et Montastruc, 1989)



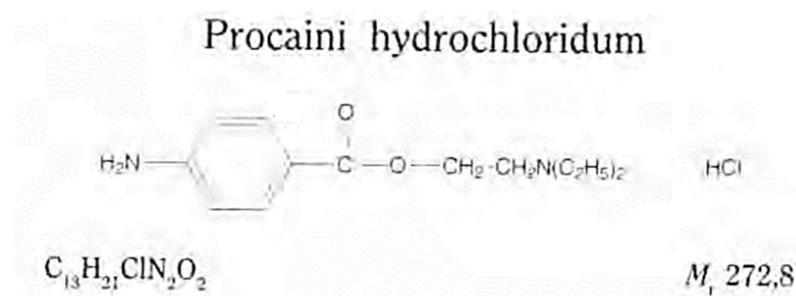
Lors de l'utilisation de ces molécules, il convient alors de faire attention à empêcher leur passage dans la circulation systémique afin de se prévenir de leurs effets secondaires. Elles peuvent en effet provoquer de l'excitation, des tremblements, des convulsions, un coma et/ou un arrêt respiratoire. En touchant les cellules cardiaques elles peuvent aussi provoquer une bradycardie ainsi qu'une hypotension (Birague, 2006).

a) La procaine

La procaine est le premier anesthésique synthétisé (Figure 17) et utilisé avec succès pour une anesthésie locale en 1905 par Einhorn (Lumb et Jones, 1984 ; Birague, 2006). De ce fait elle est considérée comme une référence dans les anesthésiques locaux. D'après la littérature, il convient de considérer que la procaine procure une anesthésie complète quinze minutes après son injection. Lorsqu'elle est utilisée pour une anesthésie locale, son action dure une heure et demie (Birague, 2006).

Elle est métabolisée par le foie, donnant alors l'acide para-aminobenzoïque et est éliminée par les reins comme toutes les molécules anesthésiques. Sous sa forme métabolisée, elle interfère avec les sulfamides : il convient par conséquent de ne pas utiliser cette famille d'antibiotique lors d'une anesthésie avec la procaine. Il s'agit de la seule molécule possédant une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour l'espèce bovine en France à ce jour.

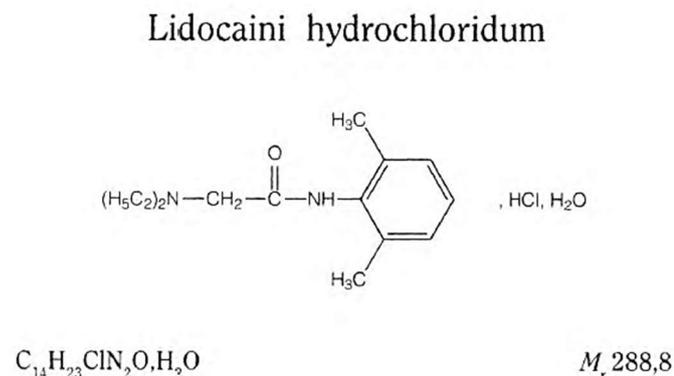
Figure 17 : Formule chimique du chlorhydrate de procaine
(L'EUROPE et S.E.D.L.Q.D.M.D.C.D., 1996)



b) La lidocaïne

Avant la modification de son temps d'attente en 2015 (ANSES, 2015), elle était la molécule (Figure 18) la plus utilisée en France. En effet, elle est efficace à une concentration de l'ordre de la moitié de celle de la procaine. Elle est métabolisée par le foie. Après injection, une insensibilisation est identifiée au bout de quinze minutes et peut durer jusqu'à une heure et demie selon la dose utilisée (Harkins *et al.*, 1998). Une forte vascularisation de la zone d'injection diminue la durée d'action de la lidocaïne : dans le but de diminuer cet inconvénient, il est possible de l'associer avec de l'adrénaline pour diminuer la vascularisation de la zone anesthésiée (Edmondson, 2008 ; Lee, 2008 ; Anderson et Edmondson, 2013 ; Edmondson, 2016). Cette association peut cependant provoquer des lésions de la peau si la solution est trop concentrée en adrénaline (Lee, 2008). Une autre caractéristique de la lidocaïne est la douleur qu'elle provoque à l'injection : il est possible de la réduire voire de la faire disparaître en la mélangeant à du bicarbonate de sodium (Birague, 2006 ; Anderson et Edmondson, 2013).

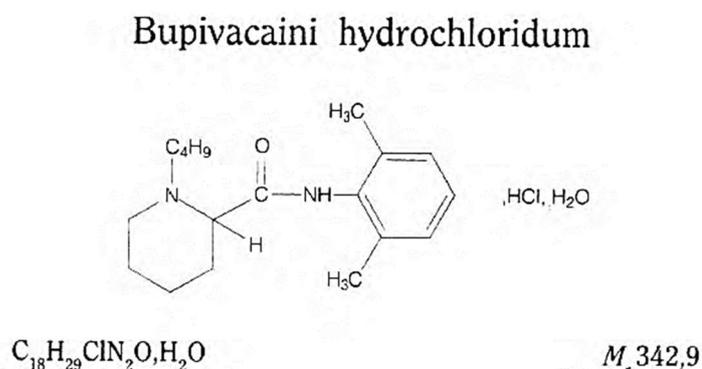
Figure 18 : Formule chimique du chlorhydrate de lidocaïne
(L'EUROPE et S.E.D.L.Q.D.M.D.C.D., 1996)



c) La bupivacaïne

Sa durée d'action, pouvant aller jusqu'à 360 minutes (Anderson et Edmondson, 2013), est longue. Elle est deux à quatre fois plus puissante que les deux molécules citées précédemment. Elle est principalement utilisée pour des injections épidurales ou spinales. Elle est cardiotoxique lorsqu'elle est injectée par voie intraveineuse chez le bovin (Anderson et Edmondson, 2013). En plus des avantages cités précédemment, elle permet une bonne analgésie sans inhiber complètement la fonction motrice. Cette molécule (Figure 19) n'est pas disponible en France en médecine vétérinaire dans l'espèce bovine mais est souvent citée dans la littérature.

Figure 19 : Formule chimique du chlorhydrate de bupivacaïne
(L'EUROPE et S.E.D.L.Q.D.M.D.C.D., 1996)



3. Comparaison des différentes molécules

Malgré la disponibilité d'une seule molécule en France à ce jour pour l'anesthésie locale chez les bovins, il est intéressant de comparer les propriétés ainsi que la réglementation appliquée aux trois molécules citées précédemment (Tableau 2).

Tableau 2 : Comparaison des principales molécules anesthésiques référencées pour l'anesthésie locale dans l'espèce bovine

Molécule	Délai d'action	Durée d'action	AMM bovin	Temps attente
Procaïne	15 minutes	1 heure et demie	Oui	Lait et viande : 0 jour
Lidocaïne	15 minutes	1 heure et demie	Non	Viande : 28 jours Lait : 15 jours
Bupivacaïne		6 heures	Non	

C. Les différentes techniques d'anesthésie locale ou locorégionale du pied

Pour toutes les méthodes d'anesthésie du pied décrites ci-dessous, une préparation chirurgicale des sites d'injection est nécessaire afin d'empêcher la contamination des tissus. Pour cela, il convient de laver la zone d'injection avec du savon et une brosse pour enlever les salissures visibles. La zone est ensuite tondu, dégraissée à l'aide d'alcool chirurgical et enfin désinfectée avec de la chlorhexidine ou de la povidone iodée (Yavari *et al.*, 2017). L'alcool et le désinfectant choisis doivent être appliqués à l'aide d'une compresse stérile du centre du site d'injection vers la périphérie de la zone tondu. Les deux dernières étapes doivent être répétées deux fois afin d'assurer une désinfection optimale.

1. Le ring block

Cette technique consiste en l'injection de 10 à 15 millilitres (ml) d'anesthésique local (procaïne 2 % ou lidocaïne 2 %) en plusieurs points situés autour des tendons fléchisseurs et extenseurs des doigts à mi-carpe/tarse (Skarda, 1996 ; Trischler, 2016 ; Edmondson, 2016). D'autres auteurs proposent une administration d'anesthésique local en plusieurs points à mi-métacarpe/métatarse (Desoubry, 2008).

Elle permet l'obtention d'une anesthésie de la zone sans avoir à rechercher la localisation exacte des nerfs qui se situent au niveau des différents tendons : elle s'avère par conséquent très simple à mettre en œuvre en pratique. Cette facilité technique est cependant contre balancée par une anesthésie pouvant être moins efficace que celles obtenues par les techniques décrites ci-après et une imprécision des sites d'injections entraînant une possible anesthésie de moins bonne qualité (Edmondson, 2008). Enfin avant chaque injection, il convient de s'assurer de ne pas avoir traversé un vaisseau sanguin ce qui pourrait entraîner l'injection de l'anesthésique local dans le secteur vasculaire. Cette technique permet d'obtenir une anesthésie en une quinzaine de minutes dont la durée d'action est égale à heure et demie environ (Birague, 2006).

Une fiche technique résumant le matériel nécessaire ainsi que les différentes étapes du ring block est proposée en Annexe 1 : fiche technique « Le ring block » page 1/2 et Annexe 2 : fiche technique « Le ring block » page 2/2.

2. L'injection intraveineuse sous garrot ou bloc de Bier

Bien que décrite pour la première fois par August Gustav Bier en 1908 (Bier, 1908), cette technique commença à être réellement utilisée bien plus tard, une fois les anesthésiques disponibles plus fiables (Roberts, 1977).

Cette technique consiste à isoler à l'aide d'un garrot la circulation de la portion du membre située en aval du garrot de celle de la circulation générale. Un anesthésique local (procaïne 2 % ou lidocaïne 2 %) est ensuite injecté dans une veine distalement au garrot. Il semblerait que celui-ci progresse ensuite dans les vaisseaux sanguins isolés puis diffuse dans les tissus avoisinants, anesthésiant alors les nerfs situés au contact des vaisseaux sanguins. Cependant à ce jour aucune étude n'a permis de confirmer cette hypothèse (Gale *et al.*, 2017). La molécule ne pouvant, au cours

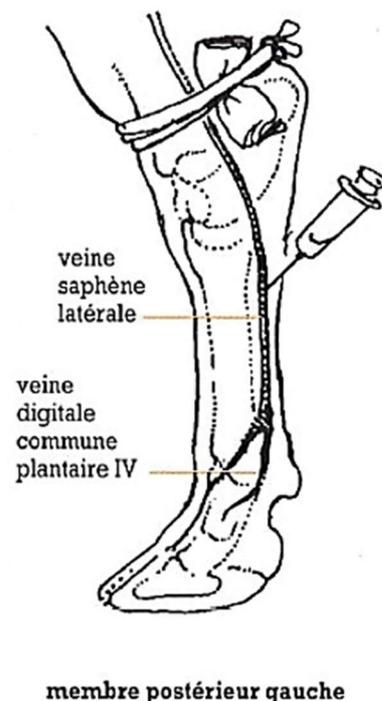
de cette étape, diffuser dans la circulation générale, les risques systémiques liés à l'injection intraveineuse d'anesthésique locaux sont alors fortement réduits.

Ce garrot ne doit cependant pas rester en place trop longtemps car celui-ci pourrait provoquer des lésions cutanées voire musculaires. Le délai d'apparition de ces lésions permet une analgésie d'une durée d'une heure environ (Skarda, 1996 ; Hall *et al.*, 2001 ; Lee, 2008).

Le garrot est placé sur le carpe/tarse ou alors sur la partie proximale du métacarpe/métatarse. Une fois les veines correctement distendues, on utilise une aiguille de 20 à 23 G de 2,5 à 3,5 cm (Skarda, 1996 ; Anderson et Edmondson, 2013 ; Trischler, 2016), un cathéter veineux de 21 G (Anderson et Edmondson, 2013) ou un cathéter épicroânien de diamètre équivalent (Lamandé et Quélen, 2017) pour injecter le volume nécessaire d'anesthésique dans le système sanguin après avoir pris soin de retirer un volume de sang équivalent au volume d'anesthésique à injecter. Pour faciliter la visualisation des vaisseaux, l'application d'alcool à 70° sur la peau est recommandée.

Sur le membre thoracique, ce sont les veines métacarpiennes dorsale ou palmaire, ou la veine radiale, qui sont utilisées alors que sur le membre postérieur la veine saphène latérale et la veine digitale plantaire latérale sont privilégiées (Edmondson, 2016 ; Trischler, 2016) (Figure 20).

Figure 20 : Schéma représentant le lieu d'injection d'anesthésique pour le membre postérieur. (Bouisset et Assie, 2001)



L'administration de l'anesthésique par l'intermédiaire d'une seule veine est suffisante pour anesthésier l'ensemble de la partie distale au garrot, même s'il est conseillé d'utiliser celle qui se trouve le plus proche de la zone à traiter (Roberts, 1977) : il n'est par conséquent pas nécessaire de réaliser la même procédure pour chaque veine.

Une fois l'intervention effectuée, il convient de desserrer progressivement le garrot afin de ne pas relarguer l'anesthésique restant d'un seul coup dans la circulation sanguine générale. Cependant afin d'éviter tout effet dû à la diffusion de l'anesthésique dans la circulation générale, il convient de laisser le garrot en place pour une durée minimale de vingt minutes après l'injection (Lamandé et Quélen, 2017).

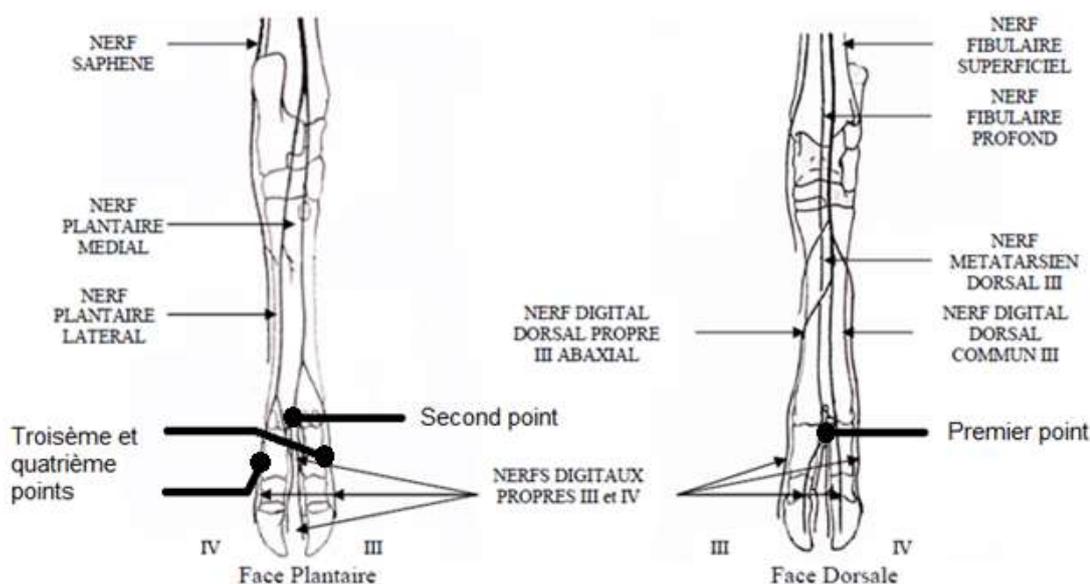
Une fiche technique résumant le matériel nécessaire ainsi que les différentes étapes du bloc de Bier est proposée en Annexe 3 : fiche technique « Le bloc de Bier ou anesthésie sous garrot » page 1/2 et Annexe 4 : fiche technique « Le bloc de Bier ou anesthésie sous garrot » page 2/2.

3. Le bloc nerveux

Cette technique consiste à anesthésier spécifiquement les nerfs distaux du pied. De nombreuses techniques différentes ont été décrites (Skarda, 1996 ; Lee, 2008). Elles sont cependant réputées plus difficiles à réaliser que chez le cheval et ne sont donc pas forcément mise en œuvre chez les bovins (Skarda, 1996 ; Lee, 2008). Deux techniques différentes seront expliquées ici, chacune nécessitant une anesthésie en quatre points distincts. Dans les deux cas, il convient d'utiliser une aiguille 20 G de 3,8 cm pour réaliser les injections. Pour la première technique 20 ml de procaïne 2 % sont nécessaires alors que pour la seconde 45 à 55 ml de procaïne 2 % doivent être utilisés.

Pour la première technique décrite par Anderson et Edmondson, le premier point se situe, sur la face dorsale du membre, distalement au boulet sur le paturon dans la gorge séparant les deux doigts : on y réalise une injection profonde et une superficielle. Le second point se trouve au même endroit sur la face palmaire/plantaire du membre juste distalement aux ergots. Les deux derniers points se trouvent environ deux centimètres proximale aux ergots (Anderson et Edmondson, 2013). Les localisations anatomiques sont représentées sur la Figure 21.

Figure 21 : Sites d'injections correspondant au bloc nerveux décrit par Anderson et Edmondson



Concernant la seconde technique, utilisée par Yavari (Yavari *et al.*, 2017), on ne décrira que les localisations utilisées pour l'anesthésie du pied postérieur. Elle est beaucoup plus précise bien que plus complexe car elle implique d'injecter l'anesthésique en péri-nerveux et d'identifier les nerfs fibulaires profond et superficiel ainsi que les nerfs plantaires médial et latéral. Cette technique commence par l'anesthésie des nerfs plantaires latéral et médial. L'injection permettant d'anesthésier le nerf plantaire médial doit être réalisée le long du bord médial des tendons fléchisseurs à la moitié du métatarse avec un volume de 10 à 15 ml de procaïne 2 % (Figure 22). L'injection permettant d'anesthésier le nerf plantaire latéral est réalisée avec le même volume d'anesthésique de façon symétrique par rapport à l'axe des tendons fléchisseurs sur le bord latéral (Figure 23). Les injections permettant d'anesthésier les nerfs fibulaires profond et superficiel sont ensuite réalisées. Le nerf fibulaire superficiel est situé dans le plan sagittal sur la face dorsale du métatarse en sous-cutané. Afin de l'anesthésier, il est nécessaire d'implanter l'aiguille en sous-cutané deux centimètres au-dessous du tarse en latéral et d'injecter une dose correspondant à 15 ml de procaïne 2 % (Figure 24). Enfin pour anesthésier le nerf fibulaire profond, il faut réaliser une injection de 10 ml de procaïne 2 % en face médiale au premier tiers du métatarse entre les tendons de l'extenseur long des doigts et l'os métatarsien (Figure 25).

Une fiche technique résumant le matériel nécessaire ainsi que les différentes étapes du bloc nerveux en quatre points décrit par Yavari pour le membre postérieur est proposée en Annexe 5 : fiche technique « Le bloc nerveux » page 1/2 et Annexe 6 : fiche technique « Le bloc nerveux » page 2/2.

Figure 22 : Site d'injection pour l'anesthésie du nerf plantaire médial



Figure 23 : Site d'injection pour l'anesthésie du nerf plantaire latéral



Figure 24 : Site d'injection pour l'anesthésie du nerf fibulaire superficiel



Figure 25 : Site d'injection pour l'anesthésie du nerf fibulaire profond



4. L'épidurale caudale

Cette technique consiste en l'injection d'un anesthésique local dans l'espace épidural (Figure 26) au niveau de l'espace sacro-coccygien (entre la vertèbre sacrée S5 et la vertèbre coccygienne Co1) ou au niveau du premier espace inter-coccygien (entre Co1 et la seconde vertèbre coccygienne Co2). Cette seconde technique est plus souvent pratiquée car cet espace plus facilement identifiable en pratique par mobilisation de la queue de l'animal.

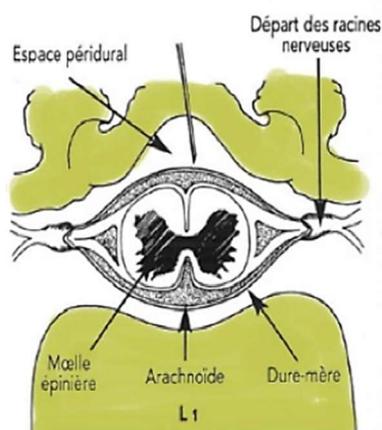
Pour réaliser une anesthésie du pied par voie épidurale, une technique dite « d'anesthésie épidurale haute » est utilisée. L'anesthésique local injecté dans l'espace épidural anesthésie alors les nerfs sacrés et le nerf sciatique, anesthésiant de fait les membres pelviens de l'animal (Desoubry, 2008). Il est à noter que cette technique ne permet pas l'anesthésie d'un seul des deux membres et induit alors le couchage de l'animal, ce qui peut être un frein à sa réalisation dans la pratique.

Pour anesthésier les pieds et coucher l'animal il convient d'utiliser 60 à 100 ml d'anesthésique local (procaïne 2 % ou lidocaïne 2 %) (Green, 2003) injectés à l'aide d'une aiguille 18 G de 5 cm. L'apparition de l'anesthésie est rapide et a une durée d'action d'une heure maximum.

Afin de limiter les risques liés à la chute potentielle de l'animal, il est préférable d'effectuer cette injection sur un animal étant au préalable couché. Après identification du premier espace inter-coccygien par mobilisation de la queue de l'animal, celui-ci subit une préparation chirurgicale. L'aiguille est insérée démontée, à angle droit avec la peau, elle est ensuite poussée délicatement jusqu'à arriver dans l'espace épidural. Une pression plus importante peut être exercée pour passer le ligament intervertébral. Afin de s'assurer que l'aiguille est correctement positionnée, il est possible de déposer quelques gouttes d'anesthésique dans la garde de l'aiguille. Si celles-ci sont aspirées, alors l'extrémité de l'aiguille se trouve bien dans l'espace épidural où la pression est plus faible que la pression atmosphérique. La seringue est alors montée sur l'aiguille sans bouger cette dernière et une aspiration est effectuée afin de confirmer l'absence de sang et de liquide cérébro-spinal dans la cavité ponctionnée. Si cette étape est validée, la quantité d'anesthésique désirée est injectée délicatement et aucune résistance ne doit être identifiée. Dans le cas contraire il s'avère nécessaire de recommencer la ponction depuis le début. Une fois cette injection réussie, l'aiguille est retirée.

Une fiche technique résumant le matériel nécessaire ainsi que les différentes étapes de l'épidurale caudale est proposée en Annexe 7 : fiche technique « L'épidurale caudale haute » page 1/2 et Annexe 8 : fiche technique « L'épidurale caudale haute » page 2/2.

Figure 26 : Schéma représentant la localisation de l'aiguille pour une injection épidurale (Desbois, 2018)



5. Le bloc plexique

Cette technique consiste en l'anesthésie du plexus brachial. En effet, contrairement aux membres postérieurs il est impossible de réaliser une anesthésie épidurale des membres thoraciques sans anesthésier le diaphragme de l'animal, le rendant incapable de respirer par lui-même (Poupeau, 2009). L'anesthésie des nerfs du plexus brachial permet de s'affranchir de cet inconvénient en induisant une anesthésie du membre thoracique et plus particulièrement en regard de la zone distale au coude (Moens et Caulkett, 2000). Plusieurs méthodes ont été décrites pour permettre l'injection, soit à l'aide de repères anatomiques, soit par électrostimulation, ou encore à l'aide d'un échographe ou d'un doppler. Les trois dernières techniques nécessitent l'utilisation d'un appareil et rallongent la procédure mais permettent de s'assurer que l'anesthésique est bien injecté en péri-nerveux au niveau du plexus brachial.

Cette technique n'est pas encore utilisée de façon courante en médecine vétérinaire car peu d'études ont été faites pour en démontrer l'efficacité chez le bovin (Poupeau, 2009). En 2009, Poupeau (Poupeau, 2009) a proposé une méthode pour permettre l'anesthésie du plexus brachial chez le veau sédaté. L'étude menée sur une dizaine d'animaux semble démontrer qu'une injection de 25 ml de lidocaïne 2 % assistée par électrostimulation permet une diffusion suffisante pour anesthésier le plexus brachial. Cette injection doit être lente : de trente secondes à une minute afin de permettre une diffusion optimale (Rucci *et al.*, 1995). Pour réaliser cette anesthésie, le veau est sédaté, une aiguille 20 G de 15 cm est insérée sur une profondeur de 4 à 7 cm, crânialement à l'articulation scapulo-humérale en direction caudale de l'animal tout en étant parallèle à la colonne vertébrale et en décollant la scapula latéralement de la cage thoracique (Figure 27). Le plexus est considéré atteint lorsqu'une réponse motrice est observée pour une électrostimulation de 0,5 mA. Une aspiration permet de confirmer que l'aiguille ne se trouve pas dans un vaisseau sanguin et l'anesthésique est injecté sur une période de 30 secondes. Dans ces conditions, une latence d'apparition de 5 à 10 minutes a été observée pour une durée d'action atteignant 70 minutes (Poupeau, 2009).

Figure 27 : approche crâniale vis-à-vis de l'articulation scapulo-humérale chez le veau
(Poupeau, 2009)



6. La rachianesthésie lombo-sacrée

Cette technique, surtout employée chez les veaux, consiste en l'injection d'un anesthésique (lidocaïne 2 % ou procaïne 2 %) pouvant être associé à un analgésique ($\alpha 2$ -agonistes comme la xylazine) dans l'espace sous-arachnoïdien de l'animal au niveau de l'espace intervertébral lombo-sacré (entre la sixième vertèbre lombaire L6 et la première vertèbre sacrée S1) (Milon et Touzot-Jourde, 2016). Ce type d'anesthésie permet alors d'effectuer une chirurgie abdominale, génito-urinaire ou d'intervenir sur les membres postérieurs, ces zones pouvant être anesthésiées différemment, en fonction du volume d'anesthésique utilisé. Lors de la réalisation de ce type d'anesthésie, le veau est souvent sédaté et peut avoir reçu une anesthésie locale au niveau du site d'injection pour limiter ses mouvements lors de la réalisation de celle-ci. Milon (Milon et Touzot-Jourde, 2016), dans une étude comparative entre différents protocoles anesthésiques, a décrit que l'utilisation de lidocaïne 2 % à la dose de 2 ml/1 kg permettait une durée d'anesthésie de $170 \pm 1,6$ minutes, avec une durée de latence de 3 ± 2 minutes et une absence de mouvement des membres pendant 145 minutes. Ces informations ne sont cependant pas suffisantes pour permettre d'estimer une durée maximale d'intervention sur des postérieurs mais laissent supposer qu'une intervention rapide sur ceux-ci pourrait être envisageable avec ce protocole.

Afin de réaliser l'injection, il est nécessaire de visualiser l'espace intervertébral lombo-sacré et de réaliser une préparation chirurgicale du site d'injection. Cet espace peut être visualisé sur un animal debout ou en décubitus latéral avec les membres postérieurs repliés sous lui : il correspond à l'espace intervertébral le plus large et se situe sur la ligne rejoignant les deux crêtes iliaques (Figure 28) (Milon et Touzot-Jourde, 2016 ; Trischler, 2016). La ponction est réalisée à l'aide d'une aiguille 18 G de 40 à 50 mm en positionnant celle-ci de façon perpendiculaire à la peau, dans le plan sagittal de l'animal avec le biseau situé vers l'avant. L'aiguille est en place lorsque que le liquide céphalorachidien commence à remonter dans celle-ci. Il est possible d'aspirer du liquide céphalorachidien avant d'injecter la solution anesthésique (Trischler, 2016) afin d'éviter une surpression ; il est cependant rare de réussir à prélever un volume équivalent au volume à administrer. Sans bouger l'aiguille, il faut alors monter la seringue contenant l'anesthésique et injecter doucement la solution sur une durée de 20 à 30 secondes. L'aiguille est ensuite retirée délicatement.

Figure 28 : Lieu d'injection lors de rachianesthésie (Milon et Touzot-Jourde, 2016)



D'autres techniques sont mentionnées dans la littérature comme l'anesthésie générale (Skarda, 1996), mais celles-ci étant difficiles à mettre en place en pratique vétérinaire, elles ne seront pas évoquées ici.

D. Comparaison des différentes techniques

Chaque technique possède ses propres avantages et inconvénients, cependant une technique se démarque des autres et est utilisée de façon plus importante dans la pratique des vétérinaires. Cette technique est celle de l'anesthésie sous garrot (Heppelmann *et al.*, 2009 ; Anderson et Edmondson, 2013). En effet il s'agit de la méthode la plus facile à mettre en place en pratique. De plus lors d'une chirurgie d'amputation il est impératif d'utiliser un garrot quelle que soit la technique anesthésique choisie afin de limiter les saignements ; utiliser ce dernier pour pratiquer une anesthésie sous garrot permet alors de réduire le temps de chirurgie (Skarda, 1996 ; Lamandé et Quélen, 2017). Enfin la voie utilisée pour l'injection intraveineuse de l'anesthésique peut aussi l'être pour injecter d'autres molécules comme par exemple un antibiotique (Rizk *et al.*, 2012).

Cependant d'après une étude récente qui compare les deux méthodes d'injection en utilisant de la procaïne 2 % (Yavari *et al.*, 2017), l'anesthésie complète serait obtenue au bout de 20 à 30 minutes en utilisant cette méthode contre 12,5 minutes pour le bloc nerveux. Ceci augmente donc le temps de chirurgie et pourrait jouer défavorablement quant au choix de l'anesthésie sous garrot. De plus un tel délai d'apparition pourrait constituer une limitante sur le terrain lors de parage de lésions impliquant le pododerme, en rallongeant le temps nécessaire à la réalisation de l'acte.

Ceci est tout de même à relativiser de par la faible puissance statistique de cette étude et le fait que même si le bloc nerveux permet une anesthésie plus rapide, sa réalisation est cependant plus complexe et plus longue que celle de l'anesthésie sous garrot. Le bloc nerveux, peu utilisé chez les bovins, est cependant une méthode de choix pour l'anesthésie du pied du cheval pour faciliter l'identification de la structure à l'origine de la boiterie de celui-ci (Birague, 2006).

Les avantages et les inconvénients de chaque technique sont illustrés dans le Tableau 3, la technique choisie devant être adaptée à chaque chirurgie.

Tableau 3 : Tableau comparatif des différentes méthodes d'anesthésie du pied chez le bovin

Technique	Avantages	Inconvénients
Block ring	<ul style="list-style-type: none"> - Ne nécessite pas de connaissance anatomique particulière 	<ul style="list-style-type: none"> - Injections multiples pouvant être sources d'infection - Difficulté à obtenir une anesthésie satisfaisante - Ne peut être utilisée si les lieux d'injection sont infectés
Anesthésie sous garrot	<ul style="list-style-type: none"> - Faibles pertes sanguines grâce au garrot - Risque de contamination faible car ne nécessite qu'une injection - Disparition de l'anesthésie rapidement après le retrait du garrot 	<ul style="list-style-type: none"> - Possible hématome au site d'injection - Anesthésie pouvant être diminuée à cause d'un garrot pas assez serré ou une injection extravasculaire - Chirurgie ne pouvant dépasser deux heures
Bloc nerveux	<ul style="list-style-type: none"> - Permet d'anesthésier de façon très précise le ou les nerfs souhaités - Faibles volumes d'anesthésique utilisés 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté de localiser les nerfs précisément - Risque de lésion nerveuse - Peut nécessiter une tranquillisation pour être réalisée correctement
Epidurale haute	<ul style="list-style-type: none"> - Une seule injection à réaliser - Relaxation musculaire bonne - Bonne analgésie 	<ul style="list-style-type: none"> - Anesthésie des deux membres - Difficulté d'injection - Risque de lésion nerveuse - Risque de contamination
Bloc plexique	<ul style="list-style-type: none"> - Permet d'anesthésier de façon très précise les nerfs souhaités - Absence de risque respiratoire 	<ul style="list-style-type: none"> - Technique expérimentale - Nécessite des appareils couteux incompatibles avec une pratique de terrain
Rachianesthésie lombosacrée	<ul style="list-style-type: none"> - Permet d'anesthésier des veaux - Rapide - Peu coûteuse 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de surdosage - Risque de surpression intrarachidienne ou intracrânienne

Conclusion

L'anesthésie locale du pied chez les bovins est un sujet vaste avec de nombreuses techniques différentes décrites, de la molécule utilisable à la manière de réaliser l'anesthésie. Cependant en France à ce jour une seule molécule est utilisable chez les bovins : la procaïne. Cette molécule bien qu'ancienne procure à l'animal une analgésie permettant une intervention sur son pied sans douleur, sécurisant de fait l'opérateur. Cette prise en charge de la douleur est toutefois transitoire et doit parfois être accompagnée d'une prise en charge sur le plus long terme à l'aide d'un autre traitement médical. Bien que de nombreuses techniques anesthésiques aient été décrites dans la littérature, les principales restent ce jour l'anesthésie sous garrot, le ring block et enfin l'épidurale caudale. Une dernière technique est cependant de nouveau étudiée, le bloc nerveux. Cette technique connue et utilisée couramment chez les chevaux a été décrite par le passé mais a été délaissée car jugée trop compliquée et n'apportant pas assez de bénéfices. Une étude récente (Yavari *et al.*, 2017) semble montrer que le bloc nerveux permet une apparition de l'analgésie plus rapide que celle permise par l'anesthésie sous garrot (12 minutes contre plus de 20 minutes). Cette étude menée sur un nombre faible d'animaux (14) manque de puissance statistique mais pourrait, en étant complétée par d'autres études avec des résultats similaires, permettre de promouvoir le bloc nerveux sur le pied du bovin auprès des praticiens vétérinaires. Chaque technique possédant ses avantages et ses limites, les praticiens pourraient alors choisir la méthode la plus indiquée en fonction de l'animal et de l'intervention à pratiquer. L'utilisation de fiches techniques peut permettre de servir de guide pour des vétérinaires souhaitant accéder à un panel de techniques d'anesthésies locales du pied ou désireux de tenter de nouvelles méthodes.

A l'heure où le bien-être animal prend de plus en plus d'importance dans la pratique vétérinaire, il apparaît nécessaire de se pencher sur des méthodes permettant de diminuer la douleur des animaux lorsqu'elle est identifiée et notamment lors d'interventions pouvant générer une douleur. La Suisse, en imposant légalement une anesthésie pour les parages touchant le pododerme des bovins, pourrait alors être prise comme référence par ses pays frontaliers. En minimisant les risques anesthésiques, en réduisant les coûts et le temps d'intervention et en augmentant la sécurité des opérateurs, l'anesthésie locale présente de nombreux avantages qui devraient conduire les praticiens à l'envisager de façon encore plus régulière dans la pratique journalière de la médecine vétérinaire bovine.

Liste des références bibliographiques

- ANDERSON J.F., ARNOLD J.P., FARNSWORTH R.J. (1976) Amputation of Bovine medial dew claws on hindlegs as an aid controlling teat trauma. *Vet. Med. of Small Anim. Clinics* 71, 73-76
- ANDERSON D.E., EDMONDSON M.A. (2013) Prevention and Management of Surgical Pain in Cattle. *Vet. Clin. North. Am.: Food Anim. Pract.* 29, 157-184
- ANONYME (2005) Swiss Legislation for Animal Welfare, *Paragraphe 5, Art. 16 (Chapitre 2)*
- ANSES (2015) Recommandations de l'EMA sur l'usage de la lidocaïne chez les bovins et les porcins. In ANSES [https://www.anses.fr/fr/content/recommandations-de-l%E2%80%99ema-sur-l%E2%80%99usage-de-la-lidoca%C3%AFne-chez-les-bovins-et-les-porcins] (consulté le 08/11/2019)
- BARONE R. (2017) Anatomie comparée des mammifères domestiques Tome 1 : Ostéologie. 5^{ème} éd. Paris, Vigot.
- BARONE R. (2017) Anatomie comparée des mammifères domestiques Tome 2 : Arthrologie et myologie. 4^{ème} éd. Paris, Vigot.
- BARONE R., SIMOENS P. (2010) Anatomie comparée des mammifères domestiques Tome 7 : Neurologie II. Système nerveux périphérique, glandes endocrines, Esthésiologie. Paris, Vigot.
- BECKER J., REIST M., FRIEDLI K., *et al.* (2013) Current attitudes of bovine practitioners, claw-trimmers and farmers in Switzerland to pain and painful interventions in the feet in dairy cattle. *The Veterinary Journal* 196, 467-476
- BEGAUD B., MONTASTRUC P. (1989) Chapitre 9 : Anesthésiques locaux. In *Pharmacologie : Des Concepts Fondamentaux aux Applications Thérapeutiques*. Eds Schorderet M., Paris, Slatkine, Frison-Roche, 95-104
- BIER A. (1908) Ueber einen neuen weg Localanasthesia an den Gleidnassen zu erzevgen. In *Arch Klin Chir.* 86, 1007-1016
- BIRAGUE M. (2006) Anesthésies nerveuses loco-régionales du membre thoracique du cheval : bases anatomiques et pharmacologiques. Thèse Méd. Vét., Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
- BLONDAUX S. (2006) La Fourbure bovine. Actualités. Thèse Méd. Vét., Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort
- BOUISSET S., ASSIE S. (2001) Anesthésie des membres chez les bovins. *Point Vét.* 32, 69-72
- BRESSOU C., MONTANÉ L., BOURDELLE E. (1978) Anatomie régionale des animaux domestiques II Les Ruminants, 2^{ème} éd. Paris, JB Baillière
- BUDRAS K.-D., HABEL R.E., WÜNSCHE A., BUDA S. (2003) Bovine Anatomy : An illustred Text, Schlulersche. ed. Hannover
- DESBOIS C. (2018) Anesthésies loco-régionales en bovine. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, UNIC
- DESIOUBRY N. (2008) Les amputations de membre (doigt compris) chez les ruminants : indications, techniques et pronostic. Thèse Méd. Vét. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort
- DESROCHERS A. (1996) Surgical management of digit disorders in cattle. *Vet. Clin. North. Am.: Food Anim. Pract.* 12, 277-297

- DYCE K., SACK W., WENSING C.J.G. (2009) Textbook of Veterinary Anatomy, 4^e ed. Philadelphia, Saunders
- EDMONDSON M.A. (2008) Local and Regional Anesthesia in Cattle. *Vet. Clin. North. Am.: Food Anim. Pract.* 24, 211-226
- EDMONDSON M.A. (2016) Local, Regional, and Spinal Anesthesia in Ruminants. *Vet. Clin. North. Am.: Food Anim. Pract.* 32, 535-552
- FERGUSON J.G. (2004) Treatment and control of claw diseases. *Cattle Pract.* 12, 285-292
- GALE A.L., LIBERMAN S.R., BERRY S., *et al.* (2017) Fluorescent Imaging Evaluation of Lidocaine Distribution Following Bier Block in the Upper Extremity. *Surg. Technol. Int.* 31, 31-34
- GREEN S.A. (2003) Protocols for anesthesia of cattle. *Vet. Clin. North. Am.: Food Anim. Pract.* 19, 679-693
- HALL L.W., CLARKE K.W., TRIM C.M. (2001) Chapter 12: Anaesthesia of cattle. *In Veterinary Anaesthesia.* 10^{ème} éd. Elsevier, 315-339
- HARKINS J.D., STANLEY S., MUNDY (1995) A review of the pharmacology, pharmacokinetics, and regulatory control in the US of local anesthetics in the horse. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 18, 397-406
- HARKINS J.D., MUNDY G., WOODS W., *et al.* (1998) Lidocaine in the horse: its pharmacological effects and their relationship to analytical findings. *J. Vet. Pharmacol. Ther.*, 21, 462-476
- HEPPELMANN M., KOFLER J., MEYER H., *et al.* (2009) Advances in surgical treatment of septic arthritis of the distal interphalangeal joint in cattle: A review. *The Veterinary Journal* 182, 162-175
- HUDSON C., WHAY H., HUXLEY J. (2008) Recognition and management of pain in cattle. *In Practice* 30, 126-134
- KOCH D. (1986) Quelques aspects de la pathologie du pied chez les Bovins. Thèse Méd. Vét., Vetagro Sup
- LAMANDÉ M., QUÉLEN C. (2017) Anesthésie intraveineuse sous garrot : une procédure facile en cage de parage. *Point Vét.* 378, 52-54
- LAUR R. (1976) Contribution à l'étude des fractures néonatales du veau. Thèse Méd. Vét., Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
- LE NEINDRE P., GUATTEO R., GUÉMÉNÉ D., *et al.* (2009) Douleurs animales : les identifier, les comprendre, les limiter chez les animaux d'élevage. *In INRA* [<https://www6.paris.inrae.fr/depe/content/download/3390/33172/version/1/file/douleur-animale-rapport%5B1%5D.pdf>] (consulté le 05/11/2019)
- LEE L. (2008) Local Anesthesia & Analgesia. *In hungarovet* [<http://www.hungarovet.com/wp-content/uploads/2008/01/9-local-anesthesia-2006.pdf>] (consulté le 15/10/2019)
- L'EUROPE, S.E.D.L.Q.D.M.D.C.D. (1996) Pharmacologie européenne, 3^e ed. Strasbourg
- LUMB W.V., JONES E.W. (1984) Chapter 15: Local Anesthetic Agents. *In Veterinary Anesthesia and Analgesia.* Philadelphia, Febiger, L.a, 693
- MAGGINI M. (1982) De la pathologie podale chez les bovins. Thèse Méd. Vét., Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
- MILON J., TOUZOT-JOURDE G. (2016) Rachianesthésie lombosacrée chez le veau : quel protocole anesthésique ?. *Point Vét.*, 365, 62-65
- MILON J., TOUZOT-JOURDE G. (2016) Comment réaliser une rachianesthésie lombosacrée chez le veau ?. *Point Vét.*, 365, 66-68

- MOENS N.M., CAULKETT N.A. (2000) The use of a catheter to provide brachial plexus block in dogs. *Can. Vet. J.* 41, 685-689
- PEJSA T.G., ST JEAN G., HOFFSIS G., MUSSER J. (1993) Digit amputation in cattle: 85 cases (1971-1990). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 202, 981-984
- PEREIRA LE CORRE J. (2013) Etat des lieux des représentations, des ressentis et des connaissances des médecins généralistes sur la douleur des patients toxicomanes aux opiacés. Thèse médecine, Université Paris Diderot Paris 7
- POUPEAU D. (2009) Mise au point d'une technique d'anesthésie du plexus brachial chez le veau. Thèse Méd. Vét., Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
- RIZK A., HERDTWECK S., OFFINGER J., *et al.* (2012) The use of xylazine hydrochloride in an analgesic protocol for claw treatment of lame dairy cows in lateral recumbency on a surgical tipping table. *The Veterinary Journal* 192, 193-198
- ROBERTS J.R. (1977) Intravenous regional anesthesia. *Journal of the American College of Emergency Physicians* 6, 261-265
- RUCCI F.S., BOCCACCINI A., DONI L., *et al.* (1995) Effect of injection speed on anaesthetic spread during axillary block using the orthogonal two-needle technique. *Eur. J. Anaesthesiol.* 12, 505-511
- SKARDA R.T. (1996) Local and Regional Anesthesia in Ruminants and Swine. *Vet. Clin. North. Am.: Food Anim. Pract.* 12, 579-626
- STEFFEY E.P., BOOTH N.H. (1995) Chapter 15: Local Anesthetics. *In Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 7^{ème} éd., Ames, I.S.U.P., 1181
- THERIN M., FONTAINE M., BRUNET E. (1988) Guide de dissection des mammifères domestiques (équidés, ruminants, carnivores). Membre thoracique. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, unité pédagogique d'Anatomie
- TRISCHLER M. (2016) Les anesthésies locales et loco-régionales chez les bovins : mode d'emploi ! Thèse Méd. Vét., Vetagro Sup
- VERMUNT J., LEACH D.H. (1993) A macroscopic study of the vascular system of the bovine hind limb claw. *N. Z. Vet. J.* 40, 139-145
- VIGNAULT G. (2001) Amputation d'un membre chez les Bovins. *Point Vét. (Chirurgie des Bovins et des petits ruminants tome II)*, 85-86
- YAVARI S., KHRAIM N., SZURA G., *et al.* (2017) Evaluation of intravenous regional anaesthesia and four-point nerve block efficacy in the distal hind limb of dairy cows. *BMC Vet. Res.* 13, 320-331

Annexe 1 : fiche technique « Le ring block » page 1/2

Le ring block



Cette technique permet d'obtenir une anesthésie locale du pied sans avoir à rechercher de façon précise la localisation des nerfs qui se situent au niveau des différents tendons : elle s'avère par conséquent très simple à mettre en œuvre en pratique. Pour ce faire, de multiples injections sous-cutanées sont réalisées à mi-carpe/tarse (Skarda, 1996 ; Trischler, 2016 ; Edmondson, 2016) ou mi-métacarpe/métatarse (Desoubry, 2008) sur la circonférence du pied.

Indications :

Anesthésie distale du pied pour amputation ou traitement d'une affection du pododerme .

Avantages inconvénients :

Tableau 1 : avantages et inconvénients du ring bloc

Avantages	Inconvénients
- ne nécessite pas de connaissance anatomique particulière	- injections multiples pouvant être sources d'infection - difficulté à obtenir une anesthésie satisfaisante - ne peut être utilisée si les lieux d'injection sont infectés

Matériel :

Aiguille 22 G 2,5 cm (Skarda, 1996 ; Anderson et Edmondson, 2013) ou 18 G 1,4*40 mm (Trischler, 2016)

10 à 15 ml de Procaine 2 % (Procamidol ND)

Durée réalisation :

Rapide (une dizaine de minutes)

Temps apparition analgésie et durée :

L'anesthésie est effective quinze minutes après la réalisation des injections et dure environ une heure et demie.

Annexe 2 : fiche technique « Le ring block » page 2/2

Mode opératoire :

Commencer la tonte et la préparation chirurgicale des zones d'injections.

Repérer les tendons fléchisseurs et extenseurs des doigts puis effectuer des injections sous-cutanées au niveau de ceux-ci à mi carpe/tarse ou alors mi-métacarpe/métatarses ainsi que sur la circonférence du membre (Figures 1 à 3).

Avant toute injection il convient de s'assurer de ne pas avoir traversé un vaisseau sanguin afin d'éviter toute injection accidentelle de procaïne dans le secteur vasculaire.

Afin de favoriser la diffusion de la procaïne dans les tissus il est possible d'effectuer un massage au niveau du cercle d'injection (Trischler, 2016).

Figure 1 : repères permettant les injections sur le membre thoracique en face médiale



Figure 2 : repères permettant les injections sur le membre thoracique en face latérale



Figure 3 : repères permettant les injections sur le membre pelvien en face latérale



Bibliographie

BUDRAS K. D., HABEL R. E., WUNSCH A., BUDA S. (2003) Bovine Anatomy. An illustrated Text, Schlutersche Hannover

DESIOUBRY N. (2008) Les amputations de membre (doigt compris) chez les ruminants : indications, techniques et pronostic. Thèse Méd. Vét. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

EDMONDSON M. A. (2016) Local, Regional, and Spinal Anesthesia in Ruminants. Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice 32, 535-552

SKARDA R. T. (1996) Local and Regional Anesthesia in Ruminants and Swine. Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice 12, 579-626

TRISCHLER M. (2016) Les anesthésies locales et loco-régionales chez les bovins : mode d'emploi ! Thèse Méd. Vét. Vetagro Sup

Annexe 3 : fiche technique « Le bloc de Bier ou anesthésie sous garrot » page 1/2

Le bloc de Bier ou anesthésie sous garrot

Décrite pour la première fois par August Gustav Bier en 1908 (Bier, 1908), cette technique est très répandue dans la pratique vétérinaire bovine. Elle consiste à isoler à l'aide d'un garrot la circulation de la portion du membre située en aval du garrot de la circulation générale et à injecter un anesthésique local par voie intraveineuse distalement au garrot.



Indications :

Anesthésie distale du pied pour amputation ou traitement d'une affection du pododerme.

Avantages inconvénients :

Tableau 1 : avantages et inconvénients de la technique de Bier

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- pertes sanguines limitées grâce au garrot- risque de contamination faible car ne nécessite qu'une injection- disparition de l'anesthésie rapidement après le retrait du garrot	<ul style="list-style-type: none">- possible hématome au niveau du site d'injection- efficacité de l'anesthésie pouvant être diminuée à cause d'un garrot pas assez serré ou d'une injection extravasculaire- chirurgie ne pouvant pas dépasser deux heures

Matériel :

20 ml Procamidol, un garrot, une aiguille de 20, 22 ou 23 G de 2,5 à 3,75 cm (Skarda, 1996 ; Anderson et Edmondson, 2013 ; Trischler, 2016), un cathéter de 21 G (Anderson et Edmondson, 2013) ou alors un cathéter épicroânien de diamètre équivalent (Lamandé et Quélen, 2017).

Durée réalisation :

Rapide (entre 5 et 10 minutes).

Temps apparition analgésie et durée :

Le temps d'apparition de l'analgésie est différent en fonction des auteurs ; de 5 - 10 minutes (Anderson et Edmondson, 2013) jusqu'à 20 - 30 minutes (Yavari *et al.*, 2017). Elle est effective jusqu'à la levée du garrot. Ce dernier ne doit pas être laissé en place moins de vingt minutes (Lamandé et Quélen, 2017) et plus d'une heure et demi (Lee, 2008).

Annexe 4 : fiche technique « Le bloc de Bier ou anesthésie sous garrot » page 2/2

Bibliographie :

ANDERSON D.E., EDMONDSON M.A. (2013) Prevention and Management of Surgical Pain in Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 29, 157-184

BIER A. (1908) Ueber einen neuen weg Localanasthesia an den Gleidnassen zu erzevgen. *In Arch Klin Chir.* 86, 1007-1016

LAMANDÉ M., QUÉLEN C. (2017) Anesthésie intraveineuse sous garrot : une procédure facile en cage de parage. *Point Vét.* 378, 52-54

LEE L. (2008) Local Anesthesia & Analgesia. *In hungarovet* [<http://www.hungarovet.com/wp-content/uploads/2008/01/9-local-anesthesia-2006.pdf>] (consulté le 15/10/2019)

SKARDA R.T. (1996) Local and Regional Anesthesia in Ruminants and Swine. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 12, 579-626

TRISCHLER M. (2016) Les anesthésies locales et loco-régionales chez les bovins : mode d'emploi ! Thèse Méd. Vét. Vetagro Sup

YAVARI S., KHRAIM N., SZURA G., et al. (2017) Evaluation of intravenous regional anaesthesia and four-point nerve block efficacy in the distal hind limb of dairy cows. *BMC Vet. Res.* 13, 320

Mode opératoire :

Tout d'abord, préparer chirurgicalement le site d'injection.

Poser ensuite le garrot proximalement au boulet (Anderson et Edmondson, 2013) ou alors en région métacarpienne, métatarsienne (Figure 1), carpienne ou tarsienne en fonction de la chirurgie à réaliser (Skarda, 1996). Il convient de vérifier que le garrot est correctement serré et que le retour veineux est bloqué efficacement (Trischler, 2016).

Une fois les veines gonflées, choisir la veine la plus proche du site de la chirurgie : de façon usuelle les veines métacarpiennes dorsale et plantaire ou la veine radiale sont utilisées pour le membre thoracique et la veine saphène latérale ou la veine digitale plantaire pour le membre pelvien (Skarda, 1996 ; Anderson et Edmondson, 2013). En fonction de la technique choisie, aiguille, cathéter ou cathéter épicroânien (Figure 2), insérer celui ou celle-ci dans la veine et retirer un volume de sang correspondant au volume anesthésique qui sera injecté. Si la technique avec l'aiguille est utilisée, retirer celle-ci et effectuer une compression.

Une fois la chirurgie terminée, retirer le cathéter ou le cathéter épicroânien si celui-ci est encore présent ainsi que le garrot. Ce dernier doit être desserré de façon progressive.

Figure 1 : pose d'un garrot en région métatarsienne



Figure 2 : ponction de la veine à l'aide d'un cathéter épicroânien



Annexe 5 : fiche technique « Le bloc nerveux » page 1/2

Le bloc nerveux



Cette technique consiste à anesthésier de façon spécifique les nerfs distaux du pied. De nombreuses techniques différentes ont été décrites (Skarda, 1996 ; Lee, 2008) : elles sont réputées plus difficiles à réaliser que chez le cheval et ne sont donc que rarement réalisées en pratique (Skarda, 1996 ; Lee, 2008).

Dans cette fiche, seule la technique utilisée par Yavari pour l'anesthésie du pied postérieur sera décrite (Yavari *et al.*, 2017).

Cette technique complexe nécessite de la précision car elle implique d'injecter l'anesthésique en péri-nerveux et d'identifier les nerfs fibulaires profond et superficiel ainsi que les nerfs plantaires médial et latéral.

Indications :

Anesthésie distale du pied pour amputation ou traitement d'une affection du pododerme.

Avantages inconvénients :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- Permet d'anesthésier de façon très précise le ou les nerfs souhaités- Faibles volumes d'anesthésique utilisés	<ul style="list-style-type: none">- Difficulté de localiser les nerfs précisément- Risque de lésion nerveuse- Peut nécessiter une tranquillisation pour être réalisée correctement

Tableau 1 : avantages et inconvénients du bloc nerveux

Matériel :

Aiguille 20 G 3,8 cm

45 à 55 ml de procaïne (Yavari *et al.*, 2017)

Durée réalisation :

Longue (entre 15 et 20 minutes), peut nécessiter une sédation de l'animal.

Temps apparition analgésie et durée :

Analgésie obtenue en 12-13 minutes (Yavari *et al.*, 2017) et dure environ une heure et demie.

Annexe 6 : fiche technique « Le bloc nerveux » page 2/2

Mode opératoire :

Commencer par la tonte et la préparation chirurgicale les zones d'injections.

Cette technique commence par l'anesthésie des nerfs plantaires latéral et médial.

L'injection permettant d'anesthésier le nerf plantaire médial doit être réalisée le long du bord médial des tendons fléchisseurs à la moitié du métatarse avec un volume de 10 à 15 ml de procaïne 2 % (Figure 1).

L'injection permettant d'anesthésier le nerf plantaire latéral est réalisée avec le même volume d'anesthésique de façon symétrique par rapport à l'axe des tendons fléchisseurs sur le bord latéral (Figure 2).

Les injections permettant d'anesthésier les nerfs fibulaires profond et superficiel sont ensuite réalisées.

Le nerf fibulaire superficiel est situé dans le plan sagittal sur la face dorsale du métatarse en sous-cutané. Afin de l'anesthésier, il est nécessaire d'implanter l'aiguille en sous-cutané deux centimètres au-dessous du tarse en latéral et d'injecter une dose correspondant à 15 ml de procaïne 2 % (Figure 3).

Enfin, pour anesthésier le nerf fibulaire profond, réaliser une injection de 10 ml de procaïne 2 % en face médiale au premier tiers du métatarse entre les tendons de l'extenseur long des doigts et l'os métatarsien (Figure 4).

Figure 1 : site d'injection pour l'anesthésie du nerf plantaire médial



Figure 2 : site d'injection pour l'anesthésie du nerf plantaire latéral



Figure 3 : site d'injection pour l'anesthésie du nerf fibulaire superficiel



Figure 4 : site d'injection pour l'anesthésie du nerf fibulaire profond



Bibliographie :

LEE L. (2008) Local Anesthesia & Analgesia. *In hungarovet* [<http://www.hungarovet.com/wp-content/uploads/2008/01/9-local-anesthesia-2006.pdf>] (consulté le 15/10/2019)

SKARDA R.T. (1996) Local and Regional Anesthesia in Ruminants and Swine. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 12, 579-626

YAVARI S., KHRAIM N., SZURA G., *et al.* (2017) Evaluation of intravenous regional anaesthesia and four-point nerve block efficacy in the distal hind limb of dairy cows. *BMC Vet. Res.* 13, 320-331

Annexe 7 : fiche technique « L'épidurale caudale haute » page 1/2

L'épidurale caudale haute



@Salon de l'agriculture

Cette technique consiste en l'injection d'un anesthésique local dans l'espace épidural au niveau de l'espace sacro-coccygien (entre la vertèbre sacrée S5 et la vertèbre coccygienne Co1) ou au niveau du premier espace inter-coccygien (entre Co1 et la seconde vertèbre coccygienne Co2). Cette seconde technique est plus souvent pratiquée car cet espace est plus facilement identifiable en pratique par mobilisation de la queue de l'animal.

L'anesthésique local injecté dans l'espace épidural insensibilise alors les nerfs sacrés et le nerf sciatique, anesthésiant de fait les membres pelviens de l'animal (Desoubry, 2008).

Indications :

Anesthésie distale du pied pour amputation ou traitement d'une affection du pododerme .

Avantages inconvénients :

Tableau 1 : avantages et inconvénients de l'injection épidurale haute

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- une seule injection à réaliser- relaxation musculaire bonne- bonne analgésie	<ul style="list-style-type: none">- anesthésie des deux membres- difficulté d'injection- risque de lésion nerveuse- risque de contamination- décubitus de l'animal

Matériel :

60 à 100 ml Procamidor (Green, 2003)

Aiguille 18 G de 5 cm

Durée réalisation :

Rapide (environ 5 minutes).

Temps apparition analgésie et durée :

Apparition de l'analgésie en quelques minutes et durée d'action d'une heure au maximum.

Annexe 8 : fiche technique « L'épidurale caudale haute » page 2/2

Mode opératoire :

Afin de limiter les risques dus à la chute de l'animal, il est préférable d'effectuer cette injection sur un animal au préalable couché (sédation ou couchage par une technique de contention physique).

Identifier le premier espace inter-coccygien par mobilisation de la queue de l'animal (Figure 1). Une fois celui-ci repéré, effectuer une préparation chirurgicale du site.

L'aiguille est insérée démontée, à angle droit avec la peau, elle est ensuite poussée délicatement jusqu'à arriver dans l'espace épidual (Figure 2). Une pression plus importante peut être nécessaire pour passer le ligament intervertébral.

Afin de s'assurer que l'aiguille est correctement positionnée dans l'espace épidual, il est possible de déposer quelques gouttes d'anesthésique dans la garde de l'aiguille. Si celles-ci sont aspirées, alors l'extrémité de l'aiguille se trouve bien dans l'espace épidual où la pression est plus faible que la pression atmosphérique.

La seringue est alors montée sur l'aiguille sans bouger cette dernière (Figure 3). On injectera ensuite délicatement la quantité d'anesthésique désirée : aucune résistance ne doit être identifiée. Dans le cas contraire il s'avère nécessaire de recommencer la ponction depuis le début. Une fois cette injection réalisée, retirer l'aiguille.

Figure 1 : identification du premier espace inter-coccygien



Figure 2 : mise en place de l'aiguille



Figure 3 : montage de la seringue contenant l'anesthésique et injection de ce dernier



Bibliographie :

DESOURBRY N. (2008) Les amputations de membre (doigt compris) chez les ruminants : indications, techniques et pronostic. Thèse Méd. Vét. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

GREEN S.A. (2003) Protocols for anesthesia of cattle. *Vet. Clin. North. Am.* : *Food Anim. Pract* 19, 679-693

ANESTHÉSIE DU PIED CHEZ LE BOVIN – ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET CRÉATION DE FICHES TECHNIQUES

AUTEUR : Valentin ASTRUGUE

RÉSUMÉ :

Les affections du pied représentent une dominante pathologie importante chez les bovins. Ces affections sont à l'origine de douleurs répétées, parfois chroniques, incompatibles avec le bien-être de l'animal et qui affectent la productivité des animaux atteints avec des conséquences économiques non négligeables pour l'éleveur. Pour ces raisons, la pathologie podale constitue un motif d'appel fréquent du vétérinaire praticien en élevage.

L'anesthésie locale du pied chez les bovins permet d'intervenir en évitant la douleur pour l'animal et en procurant du confort et de la sécurité pour le vétérinaire. Cette technique nécessite une connaissance détaillée de l'anatomie du pied des bovins, des molécules anesthésiques disponibles pour une telle anesthésie et des différentes techniques réalisables.

Cette thèse après avoir rappelé l'anatomie du pied des bovins, propose une étude bibliographique des principales molécules et techniques anesthésiques pouvant être utilisées dans le cadre d'une anesthésie locale du pied du bovin (anesthésie sous-garrot, bloc nerveux, etc.). Ces techniques étant parfois méconnues des vétérinaires praticiens, des fiches techniques sont proposées à la fin du manuscrit afin de détailler les différentes étapes de certaines techniques d'anesthésie locale.

MOTS CLÉS : ANÉSTHÉSIE LOCALE ; FICHE TECHNIQUE ; ANATOMIE ; PIED ; BOVIN

JURY :

Président : Pr Hélène ROUARD

1^{er} Assesseur : Mr. Guillaume BELBIS

2nd Assesseur : Mr. Vincent MAUFFRE

FOOT ANAESTHESIA IN CATTLE – BIBLIOGRAPHIC STUDY AND CREATION OF TECHNICAL SHEETS

AUTHOR: Valentin ASTRUGUE

SUMMARY:

Foot affections are one of the most common pathologies in cattle. These affections cause repeated pain, and even sometimes chronic pain, which are incompatible with animal welfare and affect animal productivity, causing significant economic consequences for the farmer. For these reasons, podal pathology is a prevalent reason of consultation to the bovine practitioners.

Bovine local foot anaesthesia allows for intervention without pain for the animal and provides comfort and safety for the veterinarian. This technique requires a detailed knowledge of bovine foot anatomy, of available anaesthetic drugs that are appropriate for such anesthesia and of the different achievable techniques.

This thesis, after recalling the foot anatomy of the cattle, offers a bibliographic study of principal anesthetic molecules and techniques that can be used for bovine foot local anesthesia (intravenous regional anaesthesia, hindfoot four-point nerve block anaesthesia, etc.). These techniques being sometimes unknown by bovine practitioners, technical sheets are offered at the end of the manuscript in order to detail the steps to achieve some of the different anesthetic techniques.

KEYWORDS: LOCAL ANAESTHESIA; TECHNICAL SHEET; ANATOMY; FOOT; CATTLE

JURY:

Chairperson: Pr Hélène ROUARD

1st Assessor: Dr Guillaume BELBIS

2nd Assessor: Dr Vincent MAUFFRE