

PREPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE

PROJET DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTEUR VETERINAIRE

SOUS LE THEME

Incidence des boiteries sur la fertilité

Présenté par : Encadré par :

Melle. REGGAD Imane

Dr. OUARED Khaled

Année universitaire

2014-2015

Remerciements :

Je tiens par le présent travail à témoigner ma reconnaissance envers mon promoteur et encadreur Dr.OUARED Khaled pour toute son aide, sa disponibilité et ses conseils.

Je remercie ainsi mes enseignants et toutes les personnes qui m'ont aidé à la réalisation de mon mémoire.

Dédicace :

Avec un énorme plaisir et un cœur ouvert je dédie cet humble travail à mes chers parents qui m'ont soutenu tout au long de ma vie, aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour, je vous offre ce modeste travail en témoignage de tous les sacrifices et l'immense tendresse dont vous m'avez comblé.

Que dieu vous préserve et vous procure santé et longue vie.

A mon cherfrère Moulay.

A mes chères sœurs Rabia et son mari, Chahnez et son mari Bachir, à l'adorable Fatima Zohra et à ma confidente chérie Mounira.

A mes neveux Lotfi, Lina, Mounia ainsi qu'à mes amis Sarah, Imane, Azhar et Adel.

SOMMAIRE

PREMIERE PARTIE

Partie bibliographique

CHAPITRE I) : rappel anatomique du pied

Introduction

I)	Définition du pied du bovin	2
II)	L'anatomie du pied	2
A)	Les os	2
	• Les os de la main des bovins	2
	a) L'extrémité distale du métacarpe	2
	b) L'articulation métacarpo-phalangienne.....	3
	c) La phalange proximale	3
	d) L'os sésamoïde proximal	3
	e) L'articulation P1-P2	3
	f) La phalange intermédiaire.....	3
	g) L'articulation P2-P3	4
	h) La phalange distale.....	4
	i) L'os sésamoïde distal	5
	• Les os du pied des bovins.....	5
B)	Les structures articulaires.....	10
	• Les capsules articulaires.....	10
	• Les ligaments.....	11
C)	Les tendons et les muscles	11
	• Face dorsale.....	11
	• Face palmaire	12
D)	Les fascias, les gaines et les bourses synoviales	14
	• Les fascias	14
	• Les gaines	14
E)	Les nerfs	18
	• L'innervation du pied	18
	a) Face dorsale.....	18
	b) Face plantaire	18
	• L'innervation de la main	19
	a) Face dorsale	19
	b) Face palmaire	19
F)	La circulation sanguine	19
	• Les artères	19
	a) Les artères de la main.....	20
	b) Les artères du pied.....	20
G)	Les veines	21
H)	Le sabot	23
	a) La couronne.....	23
	b) Le périople.....	23
	c) La muraille	23
	d) La sole	24

	e) La ligne blanche	24
	f) Le talon, ou bulbe	25
III)	Histologie et fonctions des éléments cutanés spécialisés au niveau du sabot	25
	• L'épiderme	25
	a) La couche cornée	25
	b) La couche germinative	26
	• Le chorion ou derme	26
	a) La couche papillaire	26
	b) La couche réticulaire	27
	• Les tissus sous cutanés	27
	a) L'hypoderme	27
	b) Le coussinet digital	27
	• La croissance de la corne	28
IV)	Description des régions anatomiques vulnérables	29
	• La peau et les tissus sous cutanés	29
	a) La couronne	29
	b) La région interdigitale	29
	• La corne et le pododerme	29
	a) La muraille	30
	b) La ligne blanche	30
	c) La sole	30
	d) Le talon	31
	• Les organes profonds des doigts	31
	a) Les chorions	31
	b) Le coussinet plantaire	31
	c) La 3 ^{ème} phalange	31
	d) Les articulations inter phalangiennes	31
V)	Biomécanique du pied des bovins	32
	• En station	32
	a) Répartition de l'appui sur un onglon	32
	b) Répartitions des charges sur les quatre onglons	32
	c) Comparaison des onglons postérieurs et antérieurs	33
	d) Transmission du pied du corps dans les quatre onglons	33
	• Lors de la marche	34
	• Conclusion	35

CHAPITRE II) Etude des boiteries chez les bovins

•	Définition	36
•	Facteurs de risque	36
•	Types de boiteries	37
	A) Boiteries basses	37
	• Le panaris interdigital	37
	• La dermatite digitale	43
	• Fourchet ou la dermatite interdigitale	51

• La fourbure	57
• La pododermatite traumatique septique	62
• Maladie de la ligne blanche.....	64
• Affections de la paroi de l'onglon.....	67
• Lésions de la sole	70
• Les anomalies des onglons	74
B) Boiteries hautes	74
• Fracture.....	74
• Luxation	74
• Affections nerveuses	75
• Les arthropathies	75
• Les arthroses.....	76
• Les ruptures musculo-tendineuses.....	77
• Traitement des lésions	83

CHAPITRE III) : physiologie de la reproduction

A) Eléments de physiologies de la reproduction chez la vache	92
• La puberté.....	92
• Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache	93
• Régulation hormonale du cycle sexuel de la vache.....	94
B) Evolution des performances de la reproduction chez la vache laitière	101
• Notions de fertilité.....	101
• Objectif de la fertilité chez la vache laitière.....	104

CHAPITRE IV) : incidence des boiteries sur la fertilité

A) Incidence des boiteries sur la fertilité.....	105
B) La relation entre les boiteries et l'expression de l'œstrus.....	106
C) L'influence des boiteries sur la croissance folliculaire, l'ovulation, les concentrations d'hormones de la reproduction et le comportement d'œstrus de la vache laitière.....	113
D) Comment la boiterie influe sur la santé de la reproduction et sur la performance.....	130
E) Résumé	134

DEUXIEME PARTIE :

Partie expérimentale

I) Introduction.....	136
II) Résultats.....	137
III) Interprétation.....	152
IV) Discussion.....	153
V) Conclusion et recommandations.....	153

Liste des tableaux

Tableau01 : rôles des tendons de la face palmaire du pied de bovin	12
Tableau02 : rôles des nerfs de la région digitale du pied de bovin	18
Tableau03 : rôles des nerfs de la main	19
Tableau04 : correspondances entre les couches cellulaires spécialisées de la peau et du sabot	25
Tableau05 : le panaris, l'essentiel	42
Tableau06 : la dermatite interdigitale, l'essentiel	49
Tableau07 : le fourchet, l'essentiel	56
Tableau08 : la pododermatite traumatique	64
Tableau09 : la maladie de la ligne blanche	67
Tableau10 : hypothèses diagnostiques liées aux lésions podales ulcératives	71
Tableau11 : variations du gain moyen quotidien selon l'âge et le poids vif de la génisse..	93
Tableau12 : paramètres de fertilité	103
Tableau13 : objectifs de fertilité chez la vache laitière	104
Tableau14 : impacte des boiteries	105

Liste des planches anatomiques et schémas

Planche01 : vue dorsale et plantaire de la main du bœuf	6
Planche02 : les phalanges du bœuf.....	7
Planche03 : phalanges isolées du bœuf	8
Planche04 : coupe longitudinale des doigts	13
Planche05 : surfaces articulaires digitales et terminaisons des muscles des interosseux....	15
Planche06 : tendons, gaines et synoviales de la main des bovins, vue médiale.....	16
Planche07 : tendons, gaines et synoviales de la main des bovins, vue dorsale.....	17
Planche08 : vue palmaire et médiale des artères des doigts.....	22
Planche09 : l'étui corné.....	28
Planche10 : représentation de la ligne blanche	29
Panche11 : face solaire	32
Planche12 : onglons à bouts carrés après la première coupe	85
Planche13 : illustration représentant la première puis la deuxième coupe réalisée lors du parage fonctionnel du pied de bovin	86

Liste des photographies

Planche01 : anatomie des phalanges de la région digitale des bovins	9
Planche02 : panaris inter digité	37
Planche03 : maladie de mortellaro	44
Planche04 : fourchet.....	51
Planche05 : fourbure	57
Planche06 : ulcère de la sole	70
Planche07 : abcès de la sole	72
Planche08 : lésions de la sole.....	73
Planche09 : examen rapproché du pied.....	81
Planche10 : examen à distance du pied de bovin.....	82
Planche 11 : panaris inter digité.....	150
Planche 12 : posture lors de boiterie.....	150
Planche13 :fourchet.....	151
Planche14 :dermatite inter digitée.....	151

Liste des figures

Figure01 : chronologie du développement folliculaire	94
Figure02 : rôle relatif des gonadotrophines et des facteurs de croissance au cours du développement folliculaire	96
Figure03 : croissance folliculaire au cours d'un cycle œstral chez la vache.....	98
Figure04 : reprise du développement folliculaire chez la vache laitière post-partum.....	100
Figure05 : évolution des taux de réussite en première insémination pour les races prime-Holstein	102

PREMIERE PARTIE

**PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE I
RAPPEL
ANATOMIQUE DU
PIED DE BOVIN

Introduction :

Les boiteries des bovins sont courantes et représentent le tiers des visites du vétérinaire Praticien.

Le problème des boiteries chez les bovins est toujours d'actualité. Il a été abordé par de nombreux auteurs, qui ont précisé les diverses maladies infectieuses ou traumatiques dont les bovins pouvaient être victimes, elles peuvent provoquer une baisse de l'appétit (baisse de production de lait et de viande) et des problèmes de reproduction (Une vache boiteuse en effet se déplace plus difficilement pour aller à l'auge, donc elle produit moins, elle manifeste moins bien ou pas du tout ses chaleurs, ce qui retarde la mise à la reproduction).

Les boiteries représentent la troisième pathologie des bovins par ordre de fréquence et du point de vue économique (KUMPER, 1997). On distingue les affections des pieds des affections des autres parties de l'appareil locomoteur, car elles sont de loin les plus importantes et les plus fréquentes (70 à 90 % des boiteries). De ce fait, le vétérinaire praticien rural intervient fréquemment sur des boiteries individuelles (un tiers des visites en clientèle laitière). D'après GASCHON B. 1990, 9 vaches sur 10 présenteraient au moins une lésion podale sans nécessairement présenter de boiterie.

En élevage bovin, les soins des onglons se composent de toutes les mesures qui ont pour but de laisser fonctionner le mieux possible le sabot. La fonction de ce dernier est la protection de l'extrémité du membre pour réaliser le port du poids de l'animal et le mouvement (TOUSSAINT-R, 1992). L'animal, pour pouvoir se tenir debout et bouger doit avoir des sabots en bon état avec une bonne surface d'appui.

Cette présentation bibliographique des éléments anatomiques, physiologiques et biomécaniques précisera dans un premier temps l'organisation du pied et de la main du bovin ainsi que les zones vulnérables dans la pathologie de cette espèce. Dans une seconde partie, la majorité des maladies spécifiques du pied des bovins, seront décrites à partir d'une synthèse bibliographique. Tous les éléments utiles à la démarche diagnostique y seront présentés. Dans la troisième partie proposera une démarche diagnostique différentielle à partir d'une description des lésions visibles sur le pied des bovins, des symptômes associés et des renseignements fournis par l'anamnèse et les commémoratifs. Savoir reconnaître les lésions podales permet un abord éclairé.

Enfin, les principes techniques de parage et les méthodes de contention, bien qu'indispensables, ne seront exposés ici ; tout comme les traitements et les moyens de prophylaxie médicale et hygiénique.

I. Définitions du pied des bovins :

En anatomie stricte, le pied du bovin est la partie distale du membre postérieur, Il compte 5 parties de haut en bas ; le canon, le boulet, le paturon, la couronne et le sabot. En zootechnie, c'est la partie terminale des quatre membres qui est appelé pied. Chaque pied comprend deux doigts fonctionnels ; le doigt III, externe ou latéral et le doigt IV, interne ou médial, ainsi que deux doigts accessoires, non fonctionnels, situés en face palmaire du pied, en regard de la deuxième phalange. Ils sont appelés ergots et sont les vestiges des doigts II pour l'interne et V pour l'externe.

Le diagnostic différentiel des maladies du pied des bovins ne considèrera ici que les structures anatomiques comprises entre l'articulation métacarpo-phalangienne et l'extrémité des membres postérieurs et antérieurs. On peut aussi parler de région digitale (Planche 2).

Même si la majorité des affections concernent les membres postérieurs, les maladies podales, notamment infectieuses, sont communes aux membres antérieurs et postérieurs. D'aspect extérieur, le pied étudié ici comprendra alors le paturon, la couronne et les sabots des deux doigts.

Un onglon est une modification de l'épiderme qui contient un ensemble de tissus, dont l'articulation inter-phalangienne distale. Il ne possède ni cartilage unguéal, ni fourchette, ni barre (FRANDSON, SPURGEON, 1992).

II. L'anatomie du pied :

A. Les os :

Pour chaque doigt, nous ne nous intéresserons qu'aux phalanges et à l'os petit sésamoïde. Le grand sésamoïde est en effet juste à la hauteur de l'articulation métacarpo- (ou métatarso)- phalangienne. Celle-ci sera abordée de façon anecdotique dans les affections du pied, car elle peut être concernée par les maladies des régions supérieures à celles traitées dans notre sujet.

Les os constituant le pied sont alors : la phalange proximale (P1), la phalange moyenne ou intermédiaire (P2), la phalange distale ou troisième phalange ou encore l'os pédieux (P3) et l'os sésamoïde distal ou os naviculaire (BARONE R, 1996a).

Les os de la main des bovins (Planches 1 et 2) :

a. L'extrémité distale du métacarpe :

L'extrémité distale du métacarpe est cylindroïde à axe transversal, formant un double condyle : un condyle latéral et un condyle médial, symétriques et séparés par un relief

intermédiaire (ou sagittal). Chacun des deux condyles répond à la phalange proximale et aux os sésamoïdes proximaux du doigt correspondant (BARONE R, 1996a).

b. L'articulation métacarpo-phalangienne :

Elle est la base anatomique de la région du boulet. C'est une articulation de type condylienne, à charnière imparfaite. L'articulation unit l'extrémité distale de l'os métacarpien à la phalange proximale et aux os grands sésamoïdiens du doigt correspondant (BARONE R, 1996a).

c. La phalange proximale :

La phalange proximale est classée parmi les os longs. Son corps est aplati dans le sens dorsolombaire, rétréci vers l'extrémité distale. La face dorsale est convexe et lisse, la face palmaire est planiforme avec des zones rugueuses d'insertion des ligaments. Les bords sont épais et arrondis dans le sens proximo-distal.

L'extrémité proximale est la plus volumineuse, elle forme la surface articulaire avec l'os métacarpien en présentant deux cavités glénoïdales séparées par une gorge dorso-palmaire. L'extrémité distale est appelée trochlée : la surface articulaire avec P2 est étendue du côté palmaire. Elle est formée de deux reliefs condyloïdes un peu inclinés sur une gorge intermédiaire (Planche 3, Photographies 1 à 13). Chaque côté de l'extrémité est pourvu d'une dépression vouée à l'insertion ligamentaire (BARONE R, 1996a)

d. L'os sésamoïde proximal :

Cet os est situé au voisinage de l'articulation métacarpo-phalangienne et la complète en face palmaire, au sein des tendons et des masses fibreuses et fibro-cartilagineuses. Il existe deux os sésamoïdes proximaux pour chaque doigt.

La face articulaire répond au condyle métacarpien, la face axiale coulisse avec l'os grand sésamoïde homologue par l'intermédiaire d'un tissu fibro-cartilagineux. Enfin, la face abaxiale porte les attaches terminales du tendon du muscle inter-osseux et des formations ligamentaires (BARONER, 1996a)

e. L'articulation P1-P2 :

Dite P1-P2 correspond à la jonction entre la première phalange et la phalange intermédiaire d'un même doigt. C'est une articulation à charnière imparfaite. Cette articulation est à l'extérieur de la boîte cornée de l'onglon, tout juste sous les doigts rudimentaires (soutenus par les phalanges rudimentaires) (BARONE R, 1996a).

f. La phalange intermédiaire :

Cette phalange est un os court et cuboïde chez les Ongulés. Il est aussi appelé l'os de lacouronne car il est en regard avec la région coronaire.

Le corps a une face convexe et rugueuse, la face palmaire est planiforme et les deux faces latérales sont épaisses et un peu déprimées.

L'extrémité proximale s'articule avec la première phalange par deux cavités séparées par un léger relief intermédiaire, concave dans le sens dorso-palmaire.

La face dorsale présente une légère saillie osseuse : le processus extensorius qui porte l'extrémité du relief sagittal de la surface articulaire.

En face palmaire, l'articulation est bordée par un relief transversal : le torus palmaris, complété par une formation fibro-cartilagineuse : le scutum moyen ou bourrelet glénoïdal. (BARONE R, 1996a).

g. L'articulation P2-P3 :

La phalange P2 s'articule avec les derniers éléments osseux de la main ; la phalange distale et l'os sésamoïde distal. Ainsi l'articulation inter-phalangienne distale (ipd) P2-P3 comprend trois os et une petite capsule articulaire. Elle se trouve à l'intérieur de la boîte cornée, sous le niveau de la bande coronaire. (Planche 3, Photographie 1 à 13). L'extrémité distale est semblable à celle de la phalange proximale (BARONE R, 1996a).

h. La phalange distale :

La troisième phalange attire particulièrement l'attention car sa structure, ainsi que sa position dans l'onglon, sont directement ou indirectement liées aux mécanismes d'apparition et de complication des lésions podales. C'est un os court, de forme tronconique comme le sabot qui l'enferme chez tous les Ongulés. Il termine le doigt et porte l'ongle. Il porte pour cette raison les noms de « os du pied » ou « phalange unguéale ».

Chez les Artiodactyles, les faces axiales et abaxiales restent bien distinctes mais dissymétriques :

la face axiale est planiforme, légèrement excavée, presque verticale, rugueuse et percée de multiples petits pertuis vasculaires alors que la face abaxiale est plus étendue et convexe dans le sens dorsopalmaire.

Des forams vasculaires percent aussi cette face, les plus gros sont au voisinage du bord solaire (Planche 3).

On appelle le bord palmaire de la troisième phalange, la face large qui répond à la sole du sabot, limitée à sa périphérie par un bord solaire. Il existe sur cette face palmaire, un faible relief, la tubérosité d'insertion du tendon du muscle fléchisseur profond, qui s'étire latéralement en un véritable angle palmaire arrondi et saillant. Il est en rapport avec les mécanismes de complications liées aux anomalies de croissance de la corne.

Le bord dorsal est le bord qui sépare les faces axiales et abaxiale. Son extrémité proximale forme un fort processus extensorius. Ce processus sert à l'insertion terminale du tendon extenseur du doigt.

Le bord dorsal s'épaissit ensuite en même temps que l'apex s'élargit. De part et d'autre du processus extensorius deux gros foramens vasculaires sont visibles sur la marge articulaire. Ils donnent accès à un canal vasculaire intra osseux.

Le bord solaire est légèrement excavé, plus ou moins parabolique, rugueux et doté de multiples pertuis. La troisième phalange forme une fovea articularis avec la phalange moyenne par deux cavités séparées par le processus extensorius. (BARONE R, 1996a).

i. L'os sésamoïde distal :

Cette petite pièce osseuse aplatie est plaquée du côté palmaire de la surface articulaire distale de la deuxième phalange et en bordure de la troisième phalange. Les deux surfaces articulaires correspondantes sont séparées par un bord proximal appelé margo proximalis. Un bord distal, ou margo distalis, s'articule sur le bord de P3. L'os est pourvu d'une troisième face, du côté palmaire.

C'est une face de glissement tendineux pour donner appui au tendon du muscle fléchisseur profond du doigt. (BARONE R, 1996a).

. Les os du pied des bovins :

L'os canon représente les os métatarsiens III et IV fusionnés comme leurs homologues de la main. L'os sésamoïde proximal est aussi appelé osselet accessoire et fait parfois défaut. Les phalanges sont un peu plus fortes et un peu plus longues dans le pied que dans la main du bœuf. Il n'y a pas de différence caractéristique entre les phalanges de la main et celles du pied. Les insertions des muscles extenseurs et fléchisseurs se font exactement comme dans la main, (Photographies 1 à 13). (BARONE R, 1996a).

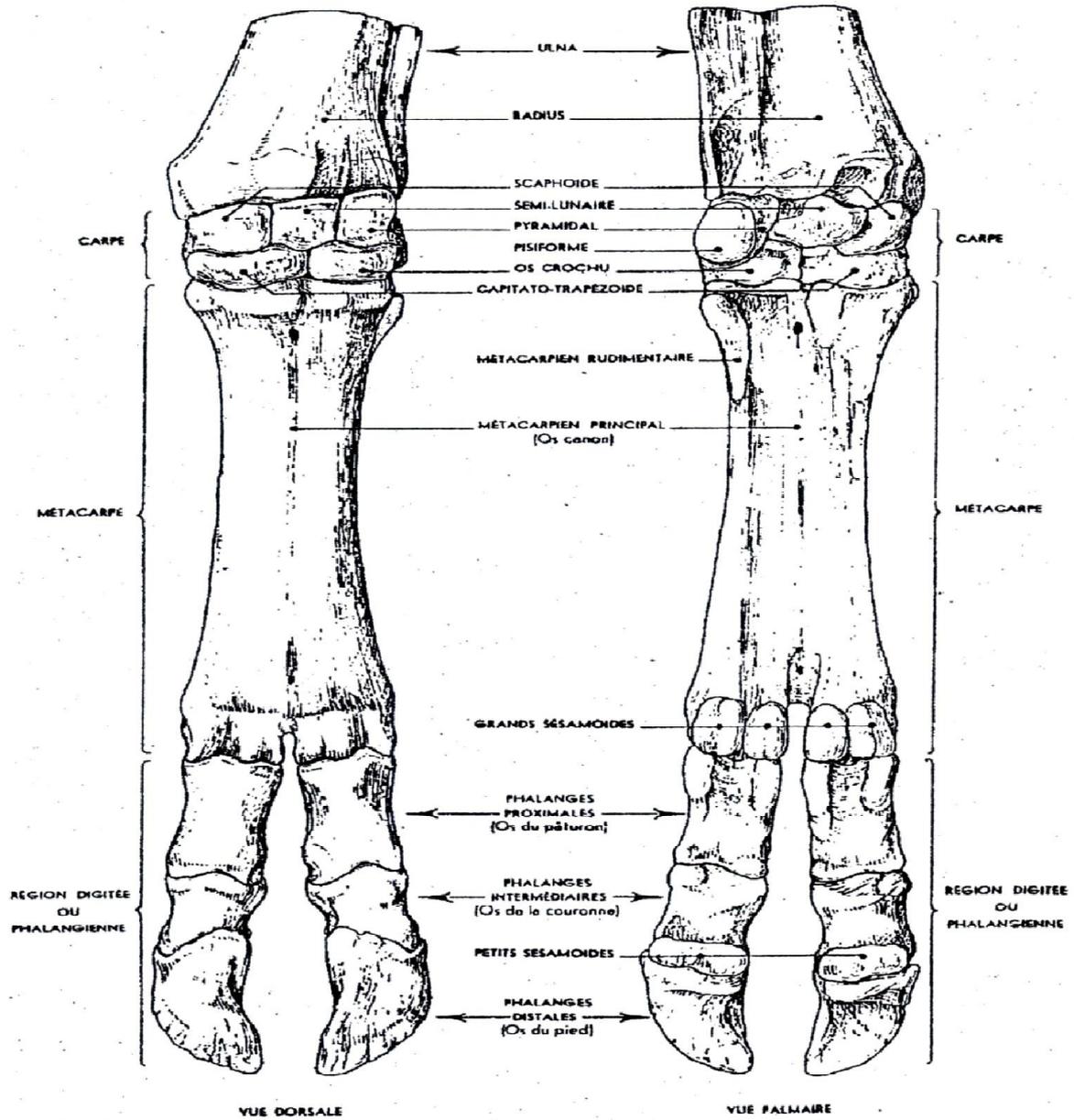


Planche 1 : vues dorsale et palmaire de la main du bœuf (BARONE, 1996a).

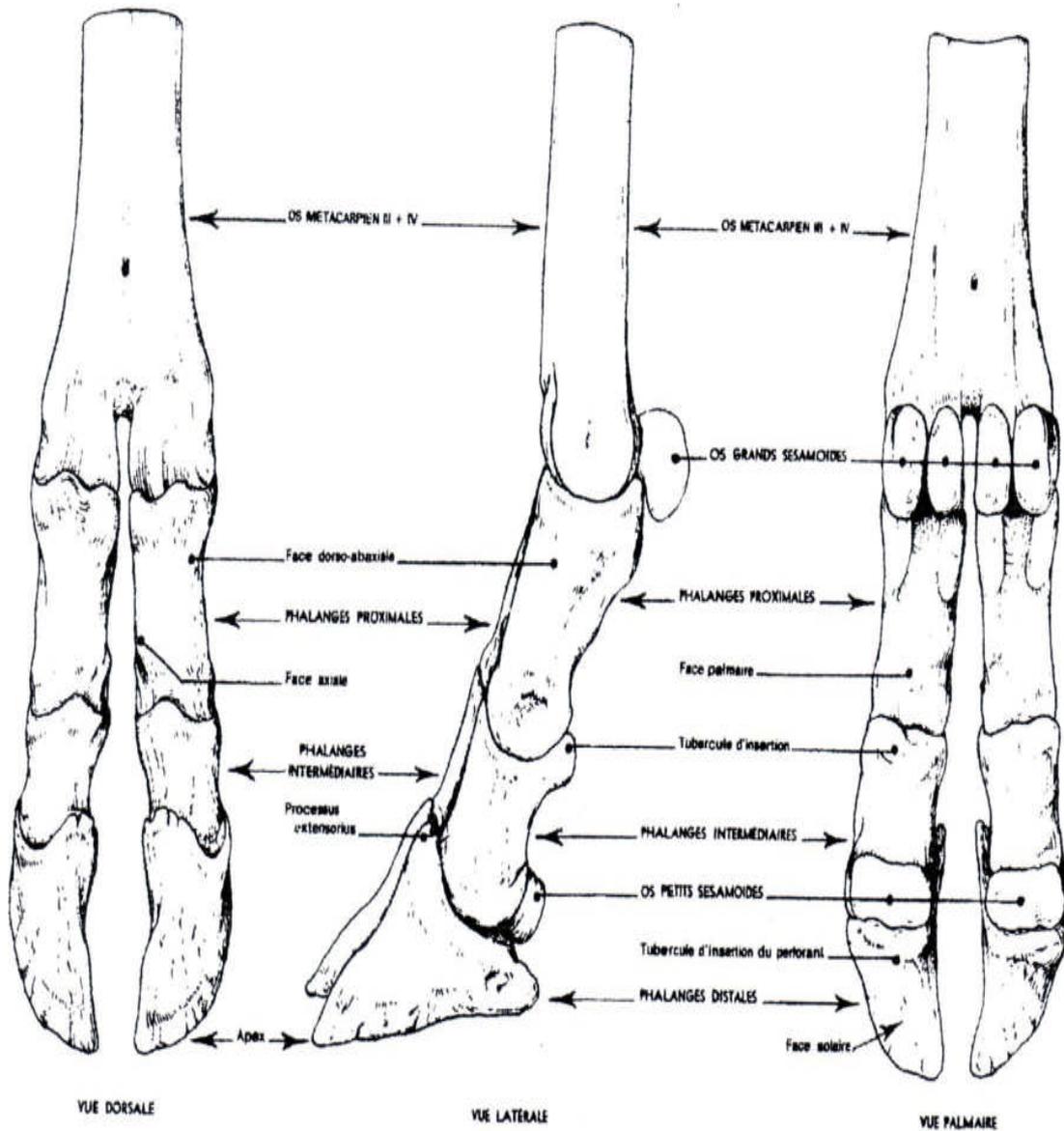


Planche 2 : les phalanges du bœuf. (BARONE R, 1996a)

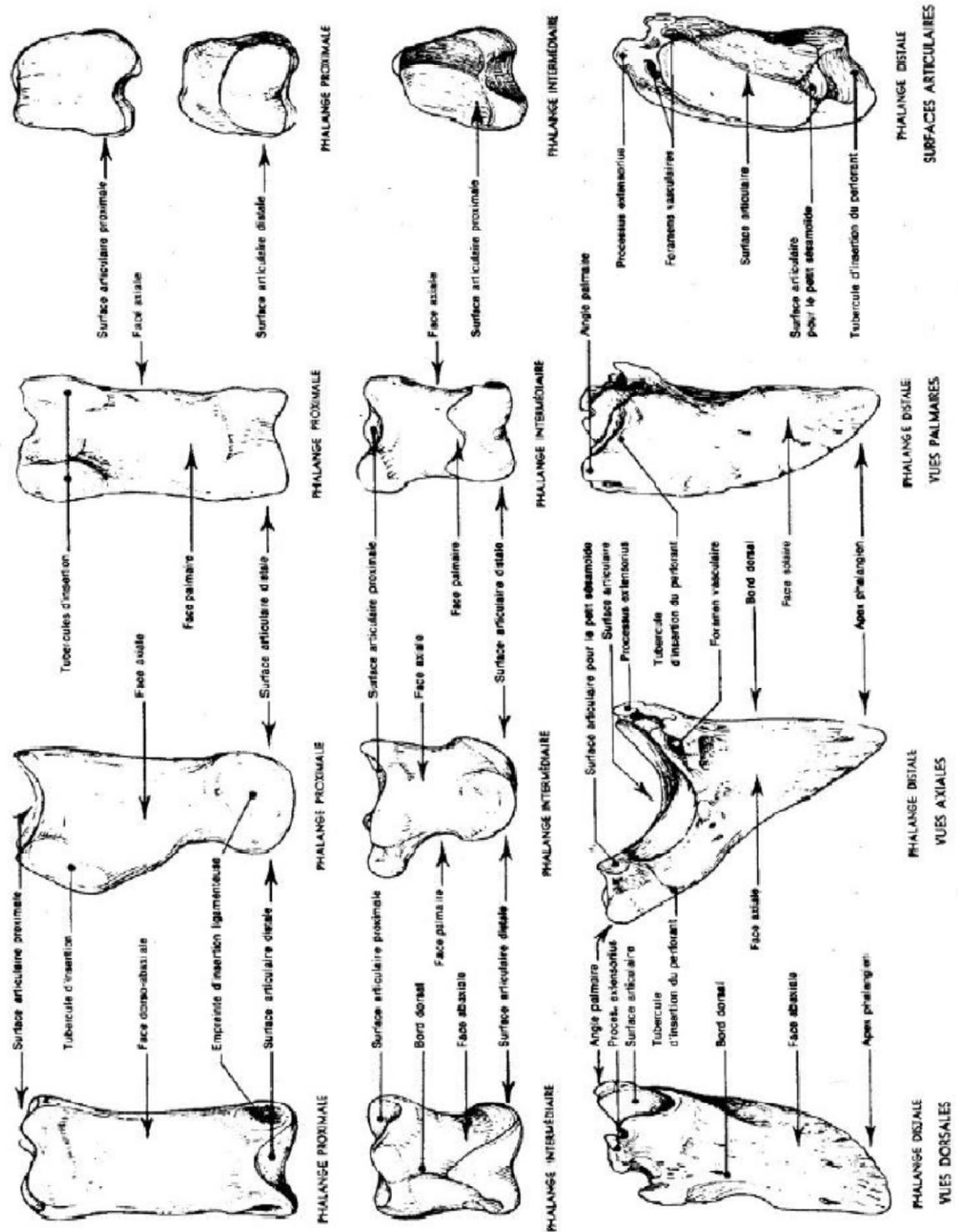


Planche 3 : Phalanges isolées de bœuf. (BARONE R, 1996a)



Photo 1 : Phalange proximale. Vue dorsale.



Photo 2 : Phalange proximale. Vue axiale.



Photo 3 : Phalange proximale. Vue palmaire.



Photo 4 : Phalange proximale. Surface articulaire proximale.



Photo 5 : Phalange proximale. Surface articulaire distale.



Photo 6 : Phalange intermédiaire. Vue dorsale.



Photo 7 : Phalange intermédiaire. Vue axiale.



Photo 8 : Phalange intermédiaire. Vue palmaire.



Photo 9 : Phalange intermédiaire. Surface articulaire proximale.



Photo 10 : Phalange distale. Surface articulaire.



Photo 11 : Phalange distale. Vue dorsale.



Photo 12 : Phalange distale. Vue palmaire.



Photo 13 : Phalange distale. Vue axiale.

B. Les structures articulaires :

Les articulations métacarpo-phalangiennes, métatarso-phalangiennes et inter-phalangiennes sont des articulations synoviales. Elles sont mobiles et sont caractérisées par la discontinuité et le revêtement cartilagineux de leurs surfaces, entre lesquelles s'étend une cavité articulaire remplie de synovie. Chaque articulation comprend les surfaces articulaires décrites ci-dessus, des capsules et des synoviales, des cartilages articulaires, des ligaments et des tendons (Planches 4, 5 et 6).

Les articulations métatarso-phalangiennes et inter-phalangiennes du pied sont disposées et organisées exactement comme leurs homologues de la main. (BARONE R, 1996b).

Les surfaces articulaires sont parfaitement lisses et glissent ainsi librement les unes par rapport aux autres grâce aux cartilages articulaires.

. Les capsules articulaires :

Une capsule articulaire est un manchon fibreux, doublé intérieurement de la membrane synoviale, qui engaine complètement l'articulation.

La capsule de l'articulation métacarpo (métatarso-)phalangienne possède un récessus dorsal en contact avec la bourse du tendon extenseur propre du doigt, et un récessus palmaire qui remonte le long de l'os du canon, le long de l'os sésamoïde proximal et de la partie terminale du ligament suspenseur.

La capsule de l'articulation inter-phalangienne proximale (P1-P2) possède un récessus dorsal, sous l'attache du tendon extenseur propre, sur la phalange moyenne, ainsi qu'un récessus palmaire, plaqué contre la phalange par une structure fibro-cartilagineuse.

La capsule articulaire P1-P2 est indépendante de la capsule articulaire de P2-P3. La capsule articulaire de l'articulation inter-phalangienne distale (P2-P3) comprend en fait 3 os : la phalange moyenne, la troisième phalange et l'os naviculaire. Cette capsule est peu volumineuse mais s'étend en face dorsale par un petit récessus et en face palmaire par un récessus qui remonte sur une courte distance le long de la phalange moyenne, en direction du bord abaxial de la couronne de l'onglon.

Le récessus dorsal est situé dans la région du processus extenseur de la troisième phalange, presque à hauteur du bord coronaire de l'onglon. Le récessus palmaire est très proche de la bourse podotrochléaire et de la partie terminale de la gaine synoviale du fléchisseur profond

du doigt. Le récessus palmaire est protégé en partie par des fibres résistantes provenant du ligament interdigital distal, du ligament collatéral axial et du ligament digital axial.

La bourse du sésamoïdien distale ou bourse podotrochléaire est une synoviale particulière située entre le tendon du fléchisseur profond du doigt et l'os sésamoïde distal. Elle est entourée du coussinet digital et de l'attache palmaire du ligament croisé interdigital sur la phalange distale. (BARONE R, 1996b).

. Les ligaments :

Les structures anatomiques tendineuses les plus proches des os maintiennent les phalanges en place, les unes par rapport aux autres (Planches 4 et 5).

Pour chaque articulation il existe un ligament collatéral axial et un ligament collatéral abaxial. Ils sont disposés de façon symétrique de part et d'autre de chaque doigt. Les ligaments collatéraux axiaux sont les plus puissants et contribuent à empêcher l'écartement des doigts.

De plus, un ligament plantaire relie les phalanges P1 et P2, le ligament sésamoïdien collatéral relie P2 à l'os naviculaire, le ligament sésamoïdien distal l'os naviculaire à la troisième phalange. Le ligament élastique dorsal, faible, relie l'extrémité distale crâniale de P2 à P3. La bande digitale axiale est un ligament fort qui relie directement P1 et P3.

Vue de face ou de l'arrière, des ligaments permettent le maintien entre les deux doigts du même pied. Ainsi, les ligaments croisés des doigts ou ligaments interdigitaux distaux s'étendent chacun de l'attache latérale proximale de P2 du doigt jusqu'à la surface d'attache axiale de l'os naviculaire du doigt opposé. Les fibres de chaque ligament croisé se poursuivent à travers le coussinet plantaire et autour du tendon fléchisseur profond du doigt jusqu'aux faces abaxiales plantaires de l'articulation inter-phalangienne distale.

Les deux ligaments annulaires de chaque doigt se trouvent en regard de P2 et doublent-les tendons des fléchisseurs profond et superficiel du doigt. (BARONE R, 1996b).

C. Les tendons et les muscles :

Les muscles et tendons sont communs aux membres antérieurs et postérieurs. Les tendons prolongent des muscles anté-brachiaux du membre antérieur. (BARONE R, 1996b).

. Face dorsale : (Planche 4)

En face dorsale le tendon extenseur commun (membre antérieur) et le tendon du long extenseur (membre postérieur) prolongent directement les muscles de mêmes noms jusqu'à leur attache sur le processus extensorius de la phalange distale (après réception des terminaisons des muscles interosseux). Les tendons distaux sont recouverts par le fascia dorsal du pied qui forme des rétinaculum.

Le tendon extenseur propre, lui, s'attache plus haut, en partie proximale de la phalange

intermédiaire.

Les muscles interosseux sont insérés en face palmaire de la main, de l'extrémité proximale du métacarpien aux os sésamoïdiens proximaux. Ils intéressent la région digitale dans cet exposé en se prolongeant par une bride fibreuse qui passe en face dorsale et qui rejoint le tendon extenseur du doigt. Il sert uniquement au soutien de l'angle métatarso-phalangien. (BARONE R, 1996b).

. Face palmaire : (Planche 4)

En face palmaire, le tendon fléchisseur profond passe le long du carpe par le canal carpien, il se divise en deux branches à la hauteur de la région métacarpo-phalangienne. Ses branches traversent la manica flexoria (dans la gaine digitale) et se terminent sur le tubercule d'insertion en face palmaire de P3.

Le tendon fléchisseur superficiel se divise dans la région métacarpo-phalangienne (gaine digitale) et chacun des rameaux enserme dans un anneau, la manica flexoria. Ses branches s'insèrent par l'intermédiaire du scutum moyen sur l'extrémité proximale de P2.

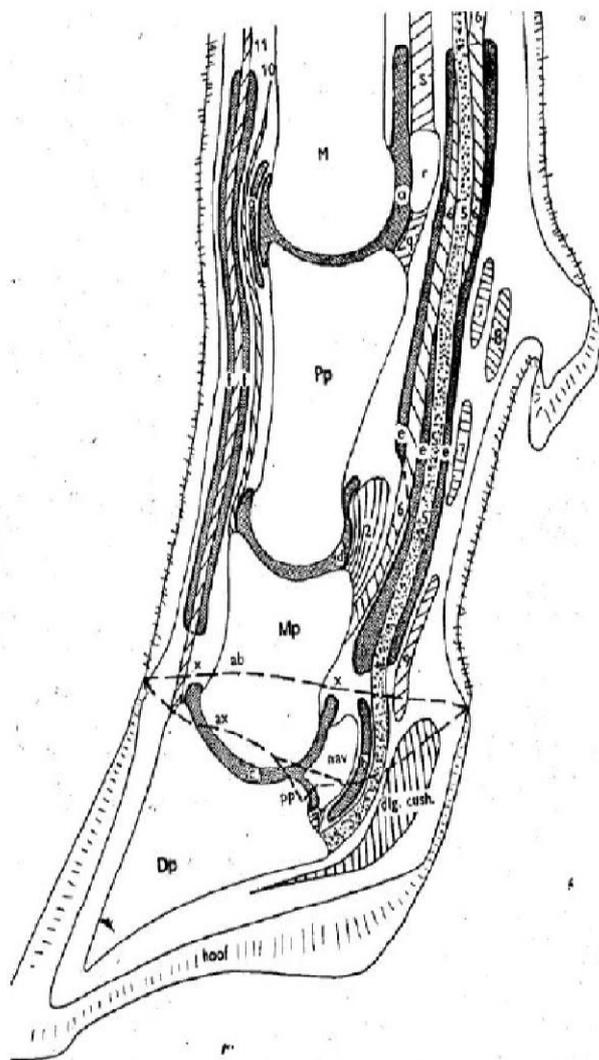
Ces deux tendons inversent leur position par rapport à celle des muscles de mêmes noms à hauteur de la partie proximale de l'os du canon. Le tendon fléchisseur profond est alors superficiel au tendon fléchisseur superficiel qui devient profond.

Le muscle extenseur du doigt latéral part de la fibula et s'attache en face dorsale de la phalange proximale des doigts IV. (BARONE R, 1996b).

Tableau 1 : Rôles des tendons de la face palmaire du pied des bovins :

Tendons de la face palmaire du pied	Rôles
Tendon du muscle fléchisseur superficiel des doigts	Flexion des phalanges moyennes sur les phalanges proximales, et de chaque doigt sur le métatarse -Extenseur du tarse et donc du pied -Soutien passif des angles articulaires du tarse et métatarso-phalangien.
Tendon du muscle fléchisseur profond des Doigts	Flexion de la phalange distale sur la phalange Moyenne. -Flexion du doigt sur le métacarpe et de la

	<p>mainsur l'avant-bras</p> <p>-Soutien de la région du boulet.</p>
<p>Tendon du muscle extenseur du doigt latéral</p>	<p>-Extension des phalanges du doigt latéral</p> <p>-Soutènement de l'angle cruro-tarsien.</p>



- d. Capsule de l'articulation interphalangienne proximale (ipp) (articulation du paturon).
- e. Gaine synoviale des tendons fléchisseurs des doigts.
- f. Gaine synoviale du tendon extenseur commun extenseur des doigts long.
- g. Bourse du tendon extenseur propre du doigt.
- q. Ligaments sésamoidiens.
- r. Sésamoidien proximal.
- s. Ligament suspenseur (interosseux).
- dc, dig. cush. Coussinet digital.
- ab. Bord coronaire abaxial de l'onglon.
- ax. Bord coronaire axial de l'onglon.
- n, nav. Os sésamoidien distal (os naviculaire).
- pp. Gouttière para-articulaire de l'onglon (zone d'amincissement très important de la corne - voir aussi Fig. 8.3, 8.7 et 8.18 c).
- a. Capsule de l'articulation métatarso/métacarpophalangienne (articulation du boulet).
- b. Bourse du sésamoïde distal (podotrochléaire).
- c. Bourse de l'articulation interphalangienne distale (ipd).

- M. Métacarpien, métatarsien.
- x,x. Récessus de la capsule articulaire de l'articulation ipd (voir aussi les Fig. 8.8 et 8.18 a).
- 2. Fibrocartilage de l'articulation ipp.
- 4. Ligament de l'os sésamoïde distal.
- 5. Tendon fléchisseur profond.
- 6. Tendon fléchisseur superficiel.
- 7. Ligaments annulaires (rétinaculum).
- 8. Ligament du doigt accessoire.
- 9. Ligament interdigité distal (ligament croisé).
- 10. Tendon extenseur propre.
- 11. Tendon extenseur commun.
- Dp. Phalange distale.
- Mp. Phalange moyenne.
- Pp. Phalange proximale.

Planche 4 : Coupe longitudinale des doigts. (GREENOUGH, 1996).

B. Les fascias, les gaines et les bourses synoviales :**. Les fascias :**

Les fascias de la main sont des prolongements du fascia anti-brachial à partir du carpe. Ils passent entre les tendons, se renforcent en regard de chaque articulation, surtout du côté palmaire, en formant de solides systèmes contentifs pour les tendons. Ils rentrent dans la constitution des gaines tendineuses de la main et forment deux systèmes : un dorsal et un palmaire, le système palmaire est plus complexe et participe au soutènement de la région métacarpo-phalangienne. Ces tendons sont lubrifiés par des synoviales tendineuses ce qui permet leur coulissement.

A partir du tarse et jusqu'à l'extrémité des membres, les gaines sont disposées de façon identique pour la main et le pied.

Le fascia palmaire est divisé en deux feuillets : le feuillet superficiel et le feuillet profond. Le feuillet superficiel est sous-cutané et épais. Il forme le retinaculum des fléchisseurs à hauteur du carpe et se renforce de nouveau à la hauteur de chaque articulation métacarpo-phalangienne où il prend le nom de fascia digital. Celui-ci reste important jusqu'à l'extrémité distale du doigt, de plus il se renforce en regard de chaque articulation en donnant les ligaments annulaires palmaires.

Le feuillet profond du fascia palmaire, plus fin, s'unit aux ligaments palmaires des articulations métacarpo-phalangiennes. Il forme la bride carpienne ou ligament accessoire. Cette bride joue un rôle important dans le soutènement de l'angle métacarpo-phalangien et se termine sur la manica flexoria.

Le fascia dorsal est à peine discernable dans les doigts. Il est subdivisible en deux lames : superficielle et profonde, entre lesquelles cheminent les tendons extenseurs. La lame superficielle est peu dense à partir des métacarpiens, la lame profonde est confondue avec les capsules articulaires. (BARONE R, 1996b).

. Les gaines (planche 4 et 6) :

Les gaines du pied et de la main sont chargées de livrer le passage aux tendons extenseurs des doigts. Les gaines dorsales sont formées par le retinaculum des extenseurs et la lame profonde du fascia dorsal.

La grande synoviale sésamoïdienne recouvre les tendons fléchisseurs en face palmaire de l'articulation métacarpo-phalangienne à l'articulation inter-phalangienne distale. Elle est recouverte par la gaine digitale et les brides annulaires.

Les gaines digitales sont totalement indépendantes pour chaque doigt. Elles maintiennent les tendons extenseurs à l'arrière des deux premières phalanges. Chaque extenseur commun des doigts est entouré de son propre synovial, de P1 à P3.

Enfin, une bourse sous-tendineuse s'insère sous chaque tendon extenseur à la hauteur de l'épiphyse du métacarpe (ou métatarse). (BARONE R, 1996b).

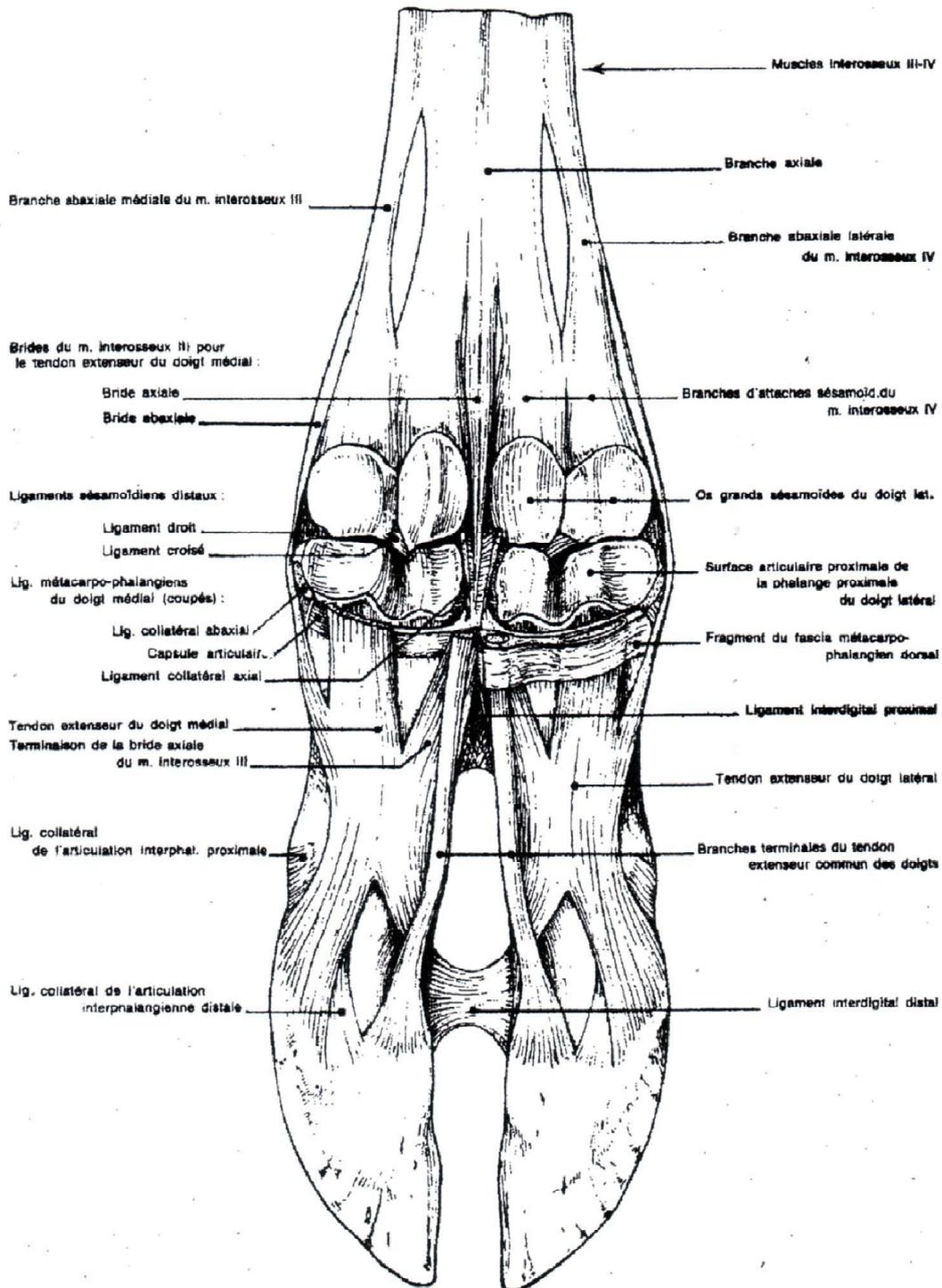


Planche 5 : Surfaces articulaires digitales et terminaisons des muscles interosseux.

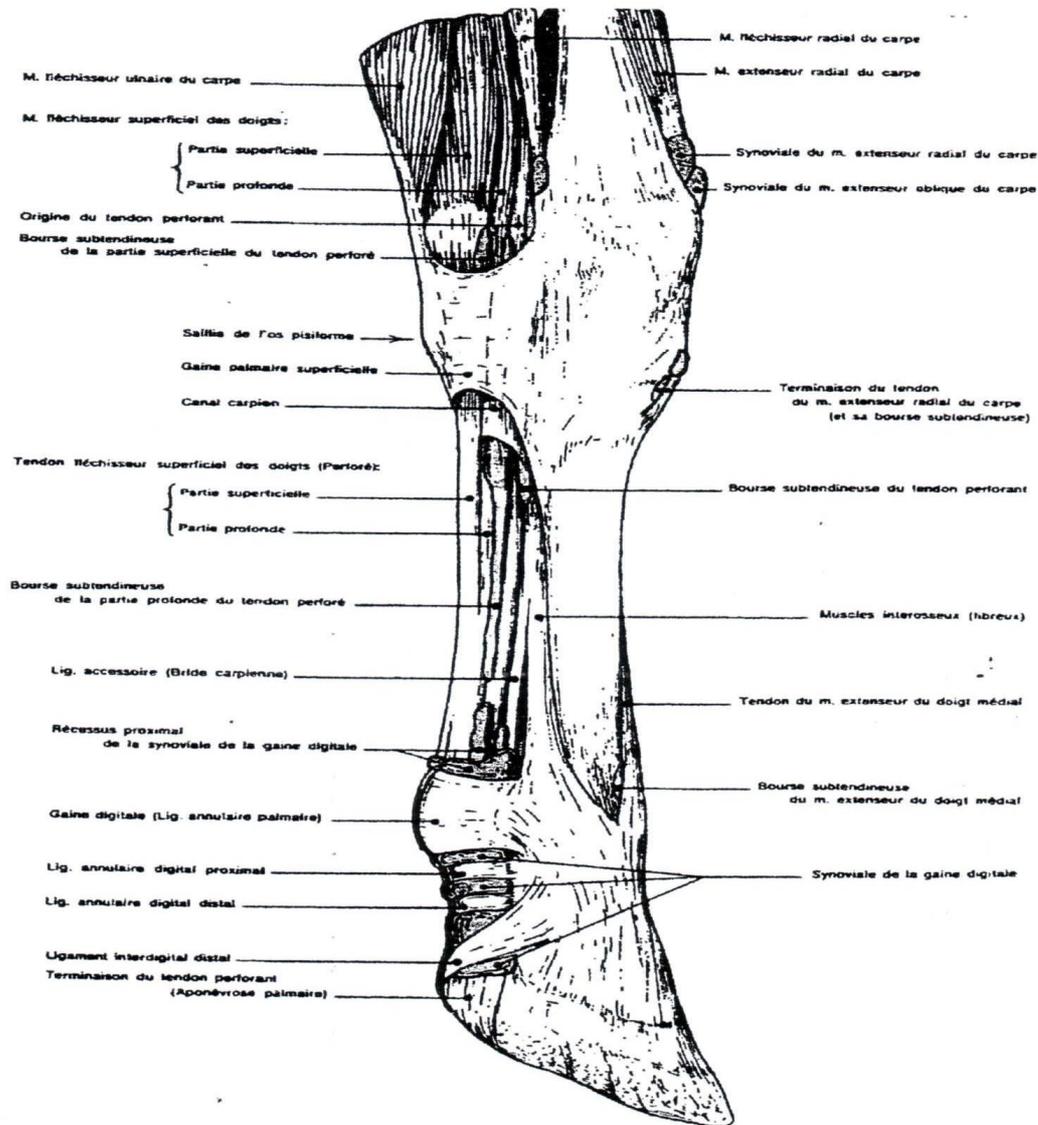


Planche 6 : Tendons, gaines et synoviales de la main des bovins, vue médiale.

(BARONE R, 1996b).

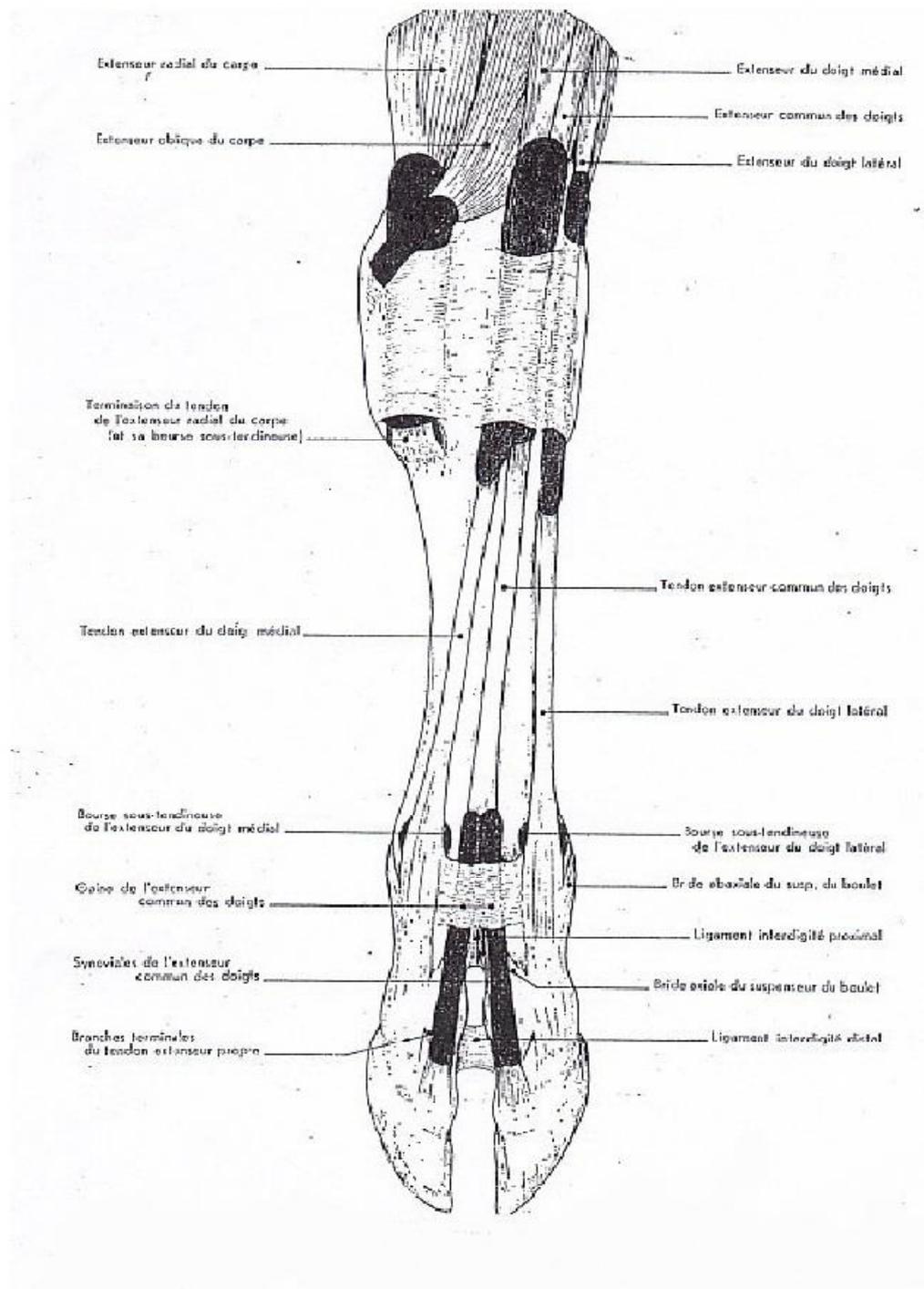


Planche 7 : Tendons, gaines et synoviales de la main des bovins, vue dorsale. (BARONE R, 1996b).

III. Nerfs:

Pour l'innervation des doigts, on retrouve les nerfs digitaux propres axiaux et abaxiaux pour le pied comme pour la main. Pour chaque doigt, on observe en principe quatre nerfs digitaux propres : deux dorsaux et deux plantaires.

. L'innervation du pied :

Le pied est innervé par le nerf fibulaire commun et les nerfs digitaux communs dorsaux II, III et IV en face dorsale. Les nerfs plantaires latéral et médial sont acheminés en face palmaire.

a. Face dorsale :

Les nerfs du pied ont pour origine le tronc commun au niveau du tarse.

Le nerf fibulaire superficiel donne les nerfs digitaux communs dorsaux, III et IV.

Les nerfs II et IV se poursuivent respectivement en nerf digital propre abaxial III et nerf digital propre dorsal IV abaxial.

Le nerf fibulaire profond donne les nerfs métatarsiens dorsaux pour les doigts latéraux, le nerf tibial donne les nerfs plantaires (médial et latéral), eux-mêmes donnant les nerfs digitaux communs plantaires.

b. Face plantaire :

Le nerf tibial donne les nerfs digitaux communs plantaires par l'intermédiaire du nerf plantaire latéral d'une part, qui donne le nerf digital commun plantaire IV puis le nerf digital plantaire propre IV abaxial, et du nerf plantaire médial d'autre part, qui donne les nerfs digitaux communs plantaires II et III. Le II se poursuit en nerf digital plantaire propre III abaxial.

Tableau 2 : Rôles des nerfs de la région digitale du pied des bovins :

Nerfs de la région digitale	Rôles
Nerf fibulaire profond	-Innervation cutanée de la face dorsale du métatarse et du doigt.
Nerf fibulaire superficiel	-Extension et pronation
Nerf tibial	-Sensibilité de la zone cutanée de toute la surface palmaire de la jambe et du pied. -Motricité des muscles jambiers palmaires.

La sensibilité de la face dorsale des doigts postérieurs est permise par les nerfs fibulaires superficiel et profond, celle de la face plantaire par le nerf tibial.

. Innervation de la main :

a. Face dorsale :

Le rameau superficiel du nerf radial donne le nerf digital dorsal commun III. Ce dernier donne les nerfs digitaux palmaires axiaux et le nerf digital propre abaxial du doigt III. Le rameau dorsal du nerf ulnaire donne le nerf digital propre abaxial du doigt IV.

b. Face palmaire :

Le nerf ulnaire donne les nerfs digitaux communs (dorsal et palmaire) du doigt IV, et les nerfs métacarpiens palmaires.

Le nerf médian se divise en deux rameaux (latéral et médial) avant de donner tous les nerfs digitaux palmaires communs puis les nerfs propres des doigts II et IV (axiaux et abaxiaux).

Tableau 3 : Rôles des nerfs de la main :

Nerfs de la main	Rôles
Nerf médian	-Flexion des doigts et pronation -Sensitif pour la région digitale palmaire
Nerf ulnaire	Moteur pour les muscles ; fléchisseur ulnaire du carpe, fléchisseur superficiel des doigts, le chef ulnaire du fléchisseur profond des doigts. - Sensitif pour les régions digitales plantaires, métacarpienne latérale et anté-brachiale caudale.

Pour les doigts des membres antérieurs, le nerf radial est responsable de la sensibilité de la face dorsale, les nerfs médian et ulnaire de celle de la face palmaire. De plus, une fine bande cutanée latérale est innervée par le nerf ulnaire seul.

F. La circulation sanguine :

. Les artères :

La main et le pied sont irrigués par deux systèmes artériels : l'un dorsal, l'autre palmaire. Le système palmaire contient les artères les plus volumineuses, le système dorsal est rudimentaire (Planche 8).

a. Artères de la main :

La région digitale du membre antérieur est irriguée principalement par l'artère médiale qui devient l'artère digitale palmaire commune avec une arrivée médiale. Elle se divise en deux artères palmaires propres digitales II et IV en position axiale.

a.1 Face dorsale :

Les artères superficielles sont les artères digitales communes dorsales II et III, grêles, issues en grande partie de l'artère médiane, et qui se perdent de part et d'autre du doigt III.

Les artères du plan profond sont représentées par l'artère métacarpienne dorsale III qui se jette dans l'artère interdigitale. (BARONE R, 1996c).

a. 2 Face palmaire :

L'artère digitale commune palmaire II, médiale, naît de l'artère médiane pour atteindre la face palmaire des tendons fléchisseurs. A hauteur de l'articulation métacarpo-phalangienne, elle donne un rameau rudimentaire pour le torus de l'ergot correspondant. Au-delà elle devient l'artère digitale propre abaxiale du doigt III.

Suivie de son nerf et de sa veine satellite, l'artère digitale propre abaxiale du doigt III passe au bord médial de la gaine digitale et des tendons fléchisseurs, sous le torus digital au niveau de l'articulation P2-P3, et se termine par une bifurcation près de l'angle palmaire de la phalange distale.

Là, cinq rameaux sont émis : le rameau dorsal de la phalange proximale, une anastomose pour le rameau palmaire de la même phalange, le rameau du torus digital, le rameau dorsal de la phalange moyenne, et le rameau palmaire de la phalange distale.

Une des branches du rameau palmaire de la phalange distale pénètre dans celle-ci pour participer à la formation de l'arcade terminale.

L'artère digitale commune palmaire IV, latérale, gagne la face latérale de la gaine digitale. Delà le trajet est identique à celui suivi par son homologue médial.

Les artères digitales propres palmaires axiales II et IV donnent les rameaux du torus digital. (BARONE R, 1996c).

b. Artères des pieds :

L'artère tibiale crâniale donne à elle seule le système dorsal et la branche caudale de l'artère saphène qui alimente le système plantaire. Le pied que nous avons délimité est irrigué

par un réseau formé à partir de l'artère saphène médialement, et l'artère tibiale crâniale dorsalement. L'artère saphène émet les artères plantaires latérales et médiales. (BARONE R, 1996c).

b.1 Système artériel dorsal :

Les artères digitales communes dorsales sont issues de l'artère tibiale crâniale. La principale(III), descend avec les tendons extenseurs des doigts et aboutit entre les deux phalanges proximales.

Les deux autres (II et IV) sont grêles et descendent chacune sur le côté correspondant des tendons extenseurs des doigts et se prolongent en artères digitales propres dorsales abaxiales (Planche 8). Le réseau dorsal du tarse fournit (entre autre et via les artères métatarsiennes dorsales) les artères digitales propres dorsales, les plus importantes du pied, et les artères digitales communes dorsales.

b.2 Système artériel plantaire :

Le système artériel superficiel est alimenté par des artères plantaires (venant de l'artèresaphène) et fournit les artères digitales communes plantaires, grêles.

Le principal vaisseau irriguant les doigts des membres postérieurs est l'artère métatarsienne dorsale qui s'anastomose avec l'artère digitale commune palmaire.

Pour chaque doigt, l'artère se divise en deux artères digitales propres (celle du doigt III et celle du doigt IV, en position axiale), qui donnent à leur tour les artères unguéales.

Le réseau qui en résulte a une situation interdigitale et s'insère dans un foramen de la face axiale du processus extensorius de P3. Une fois dans cette phalange les artères forment une arcade (dite terminale) dont les rameaux parcourent les nombreux canaux creusés dans l'os. Des anastomoses existent avec l'artère abaxiale du doigt, d'un calibre moindre.

Les doigts des membres antérieurs sont principalement irrigués par l'artère digitale commune palmaire. Elle donne ensuite les artères digitales propres à chaque doigt, en position axiale, puis les arcades terminales. (BARONE R, 1996c).

G. Les veines :

Les veines les plus volumineuses des doigts sont situées en régions dorsale et palmaire de l'espace interdigital, plus superficielles que les artères. Les plexus veineux résultant des veines abaxiales et axiales courent sous le derme et englobent la troisième phalange. Les veines des doigts sont les suivantes : la veine digitale latérale, la veine digitale médiale, les veines digitales dorsales et les veines digitales plantaires.

Les veines digitales se jettent dans les grosses veines sous-cutanées du membre : la veine digitale commune dorsale puis la veine saphène externe dans le pied, et dans la veine digitale commune plantaire, puis dans la veine céphalique dans la main.

Deux veines digitales propres dorsales (prépondérantes) et deux veines digitales proprespalmaires pour chaque doigt donnent des anastomoses transversales (arcade plantaire distale). (BARONE R, 1996b).

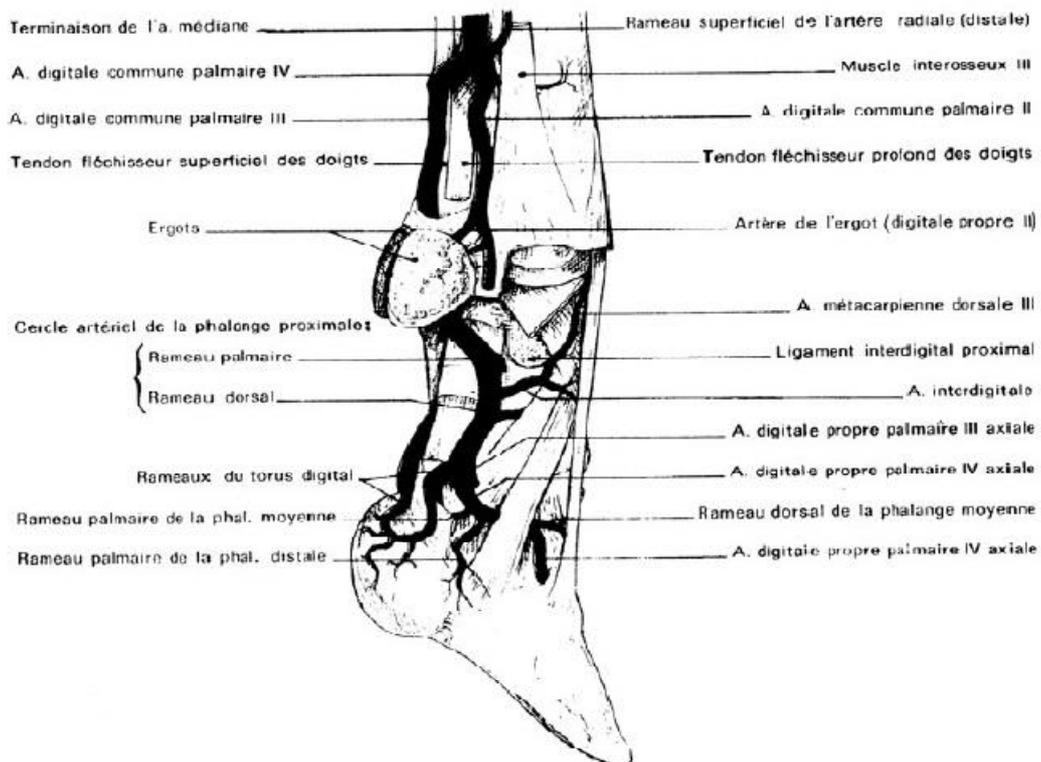
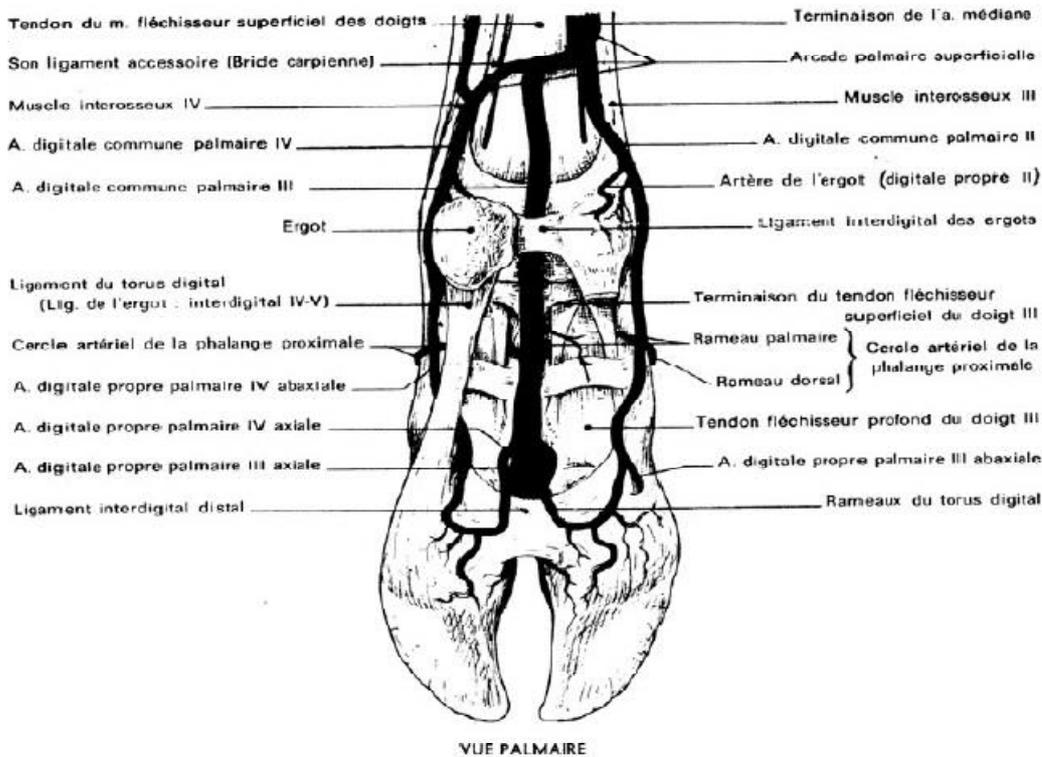


Planche 8 : vue palmaire et médiale des artères des doigts (BARONE R, 1996c)

V. Le sabot :

Les fonctions du sabot sont d'assurer la protection de l'extrémité du membre, le soutien du poids du corps et le mouvement.

Extérieurement chaque onglon est formé de la paroi (ou muraille), de la sole et du talon.

L'onglon correspond à une boîte cornée. La ligne de transition entre la peau et l'onglon s'appelle la couronne. De plus, la sole et la muraille présentent des régions distinctes.

a. La couronne :

Elle est définie comme la zone où la peau poilue se change en corne. Cette limite est matérialisée par la fin bourrelet périplœique, constitué de corne souple. Cette corne est d'ailleurs partiellement placée sur la paroi, comme un pli cutané. (TOUSSAINT-R, 1992).

b. Le périople :

C'est la zone de continuité entre la corne du talon, ou de la muraille, et la couronne. Le périople est donc observé au niveau de la bande coronaire. Il est très fin, tendre et glabre. Il est composé de corne périplœique, dite stratum externum, très superficielle. En face palmaire, la corne périplœique se confond avec la corne du bulbe du talon.

Sa fonction est de produire une substance huileuse protectrice de la corne de la muraille. La muraille est alors protégée naturellement du dessèchement et des fissures verticales. (TOUSSAINT-R, 1992).

c. La muraille :

C'est le composant qui contient la corne la plus dure. Elle est constituée principalement de stratum medium qui forme la corne rigide. Cette corne est produite par le stratum germinativum, ou région papillaire, située sous la bande coronaire. Sa croissance est de 0,5 cm par mois. L'épaisseur de la muraille varie selon la face du sabot ; 9 mm en face dorsale et 5 mm environ au niveau de la muraille axiale.

La corne de la muraille est constituée de milliers de tubules longitudinaux de haut en bas, cimentés ensemble par de la kératine. Le nombre de microtubules est prédéterminé à la naissance et directement proportionnel à la dureté de la corne. La muraille adhère au chorion par des lamelles.

La fonction de la muraille consiste en la protection des structures internes du doigt et en l'appui sur le sol dans sa partie distale. La muraille est attachée fermement au chorion par ses lamelles. Cette union n'est pas complètement rigide, permettant ainsi le mouvement, et par conséquent l'absorption des chocs lors de la marche.

La muraille axiale est bien plus mince qu'en face abaxiale, en particulier en dessous de la couronne.

Cette zone est proche de l'articulation inter-phalangienne distale et de la gaine podotrochléaire.

Les cercles de croissance sont des traits réguliers et minces dans la corne de la muraille. Ils sont à peu près parallèles à la couronne. La vitesse de croissance serait variable suivant la face de la boîte cornée ; dans la partie axiale les cercles de croissance seraient moins réguliers, la surface est souvent irrégulière alors que la surface de la face abaxiale est plutôt lisse. (TOUSSAINT-R, 1992).

d. La sole :

C'est la face distale de l'onglon en contact avec le sol. Elle s'étend du bord antérieur du talon à la zone de rencontre des bords axial et abaxial de la muraille. Elle est bordée par la ligne blanche. La corne de la sole est plus tendre que la corne de la muraille, normalement épaisse de 3 à 10 mm, concave (creuse dans sa partie axiale). Elle consiste aussi en milliers de tubules perpendiculaires à la troisième phalange, mais la densité est moindre. Cette corne est formée par la région papillaire de la sole. Vers la périphérie de l'onglon des lamelles apparaissent et rencontrent les lamelles de la muraille pour fusionner ensemble au niveau de la ligne blanche.

La fonction de la sole est d'être une surface d'appui en contact avec le sol. Même si l'appui n'est pas égal sur l'ensemble de sa surface. (TOUSSAINT-R, 1992).

Selon les auteurs, on divise la surface de la sole en 4 ou 8 régions distinctes. Seule la zone la plus distale de la sole est en appui avec le sol.

e. La ligne blanche :

La ligne blanche est une région spécialisée de l'onglon, à la jonction entre la muraille et la sole, en contact avec le sol. La corne y est de couleur plutôt grise et est souvent décolorée par la saleté de l'environnement. Sa structure est lamellaire. Cependant, cette structure est composée de deux types de corne différents, tous deux produits par l'épiderme qui recouvre l'extrémité distale du chorion. En microscopie électronique, on observe en effet des feuillets de corne laminaire et une corne inter digitée.

La corne inter-digitée est générée par l'épiderme qui recouvre les extrémités distales de la lamina dorsale, la corne laminaire par l'épiderme du chorion laminaire. Les principales fonctions des feuillets de corne laminaire sont de permettre l'attachement de la corne de l'onglon à la phalange distale par l'intermédiaire du chorion, de répartir le poids de l'animal entre le sol et le reste du corps, de transférer les forces exercées lors de la locomotion entre le

sol et le squelette (Planche 10). La corne de cette zone résiste à la déformation face à l'absorption de forces mécaniques : elle est supposée être très élastique.

f. Le talon, ou bulbe :

Le talon est formé d'une corne encore plus molle que celle de la sole. Il débute sous l'onglon, dans le même plan que le bord d'appui postérieur (en contact avec la corne de la sole), et se termine en arrière de l'onglon jusqu'à la couronne plantaire. Son épaisseur est normalement de 10 à 15 mm environ. A cet endroit la corne du bulbe s'imbrique dans les cornes de la muraille et de la sole.

Le talon est comprimé lorsque l'animal s'appuie avec plus de force et retourne à la normale lorsque la pression est enlevée. La déformation du talon est beaucoup plus importante que celle de la muraille. (TOUSSAINT-R, 1992).

III. Histologie et fonctions des éléments cutanés spécialisés du niveau du sabot :

A l'image des couches constitutives de la peau, le sabot comprend les mêmes couches de cellules spécialisées. L'épiderme correspond à la corne, le derme au chorion, les tissus sous-cutanés au coussinet digital. Ces couches cellulaires sont spécialisées pour les fonctions de support du poids du corps du bovin et le mouvement.

Tableau 4 : Correspondance entre les couches cellulaires spécialisées de la peau et du sabot.

Peau	Correspondance sabot
Epiderme	Couche cornée et couche germinative
Derme	Chorion : couche papillaire et couche réticulaire
Tissus sous-cutanés	Coussinet digital

Les différentes couches spécialisées du sabot sont : la couche cornée, la couche germinative, la couche papillaire, la couche réticulaire, l'hypoderme.

. L'épiderme :

a. La couche cornée :

La couche cornée est très épaisse et très dense et constitue l'étui corné de chaque doigt. Elle est composée d'une superposition de plusieurs couches de cellules kératinisées mortes et est répartie en cinq zones : le sillon du limbe, le sillon coronaire, les lames épidermiques de la paroi, la couche cornée de la sole, la couche cornée du talon (Planche 9).

La corne se compose de nombreux petits tubules de cellules kératinisées accolées les unes aux autres par de la kératine (protéine soufrée) qu'elles contiennent. Lorsque la peau de la bandecoronaire est blanche, la corne de l'onglon correspondant est moins pigmentée. (GREENOUGH et WEAVER, 1997).

b. La couche germinative :

Elle n'est constituée que d'une seule épaisseur de cellules cylindriques. Les divisions cellulaires assurent le remplacement de la couche cornée superficielle. La croissance de la couche cornée se fait à la vitesse de 6 cm environ par an. (TOUSSAINT-R, 1992).

. Le chorion ou derme :

Le chorion, partie sensible de l'onglon : Constitué de vaisseaux sanguins, de nerfs et dupérioste de la troisième phalange, il tapisse l'intérieur de la boîte cornée. Il a pour fonction denourrir l'épiderme producteur de la corne. Il forme des projections allongées appelées papilles qui s'infiltrant dans la corne du sabot. L'épiderme qui recouvre ces papilles produira la corne.

Distalement, le chorion émet des lamelles qui s'interpénètrent avec les lamelles de la corne, etaugmentent ainsi la surface de contact. Ceci favorise les apports nutritifs considérables par lechorion d'une part et une plus grande solidité lors de l'appui de l'animal d'autre part, tout enpermettant une certaine flexibilité. La couche germinative de l'épiderme et les chorions de la paroi et de la sole constituent un tissu vif appelé le pododerme. (TOUSSAINT-R, 1992).

Le vif, est le tissu vivant qui entoure la troisième phalange, qui fabrique la corne et qui jointl'os et le sabot. Il est composé de trois couches de l'intérieur vers l'extérieur : le coussinet digital, le pododerme et la couche germinative.

a. La couche papillaire :

Elle est caractérisée par ses papilles coniques ou crêtes qui s'enfoncent profondément dans tous les plans de l'épiderme, posées sur un réseau dense d'éléments fibro-élastiques et de fins faisceaux de collagène. A l'extrémité des saillies papillaires se terminent les capillaires sanguins et lymphatiques du réseau nourricier de l'épiderme et les terminaisons nerveuses. C'est une membrane sécrétant. Suivant la région on distingue :

- Le chorion du bourrelet (ou chorion périplôïque) qui ne produit qu'une mince couche decellules desquamantes. Les papilles de ce derme sont nombreuses et saillantes. Il forme unebande étroite qui tapisse le fond d'une gouttière à l'intérieur du bord coronaire de l'onglon.

- Le chorion de la couronne (bourrelet principal) : il produit une corne élastique. Sous le derme périploïque.
- Le chorion de la paroi (podophylle) ou derme lamellaire qui produit la corne dure de lamuraille. Des papilles situées à l'extrémité distale des lamelles de ce derme produisent la corne molle de la ligne blanche.
- Le chorion de la sole (ancien tissu velouté) : qui produit la corne tendre de la sole.
- Le chorion du talon : qui produit de la corne élastique.

b. La couche réticulaire :

Elle n'est pas bien délimitée par rapport à la couche papillaire et est constituée de réseaux de fibres conjonctives mêlées à quelques lamelles élastiques et à des cellules réticuloendothéliales, des leucocytes et des plasmocytes au voisinage des vaisseaux sanguins.

. Les tissus sous-cutanés :

a. L'hypoderme :

L'hypoderme est un tissu conjonctif sous-cutané, association de fibres élastiques et de collagène. Là où l'hypoderme est absent, le derme s'attache directement au périoste de la troisième phalange. Là où il est développé, il est formé de travées de collagène contenant de nombreuses fibres élastiques qui s'entrecroisent en réseau. Les intervalles de ce réseau étant divisés à leur tour en faisceaux plus petits. On distinguera plusieurs régions : celle du bourrelet coronaire (sous les chorions coronaire et périploïque) et celle du coussinet digital (chorion du talon).

b. Le coussinet digital :

Le coussinet digital est une formation fibro-élastique en forme de coin, particulièrement résistante, qui est complètement infiltré de tissu adipeux et qui se loge en grande partie à l'intérieur du talon, entre le chorion du talon et l'insertion distale du tendon du fléchisseur profond.

Le coussinet digital est un système amortisseur précieux lors de la marche car il s'écrase lorsque l'animal fait porter son poids sur l'onglon et s'étend vers les parois pour dissiper ainsi la force exercée. Il est maintenu en place par les fibres résistantes du puissant ligament interdigital distal. Ces fibres partent de l'insertion du ligament sur l'extrémité axiale du sésamoïde distal et s'étend en éventail sur la face abaxiale de la troisième phalange. Certaines fibres fusionnent à la fois avec le périoste et avec le derme. Le coussinet digital est ainsi solidement maintenu contre la partie terminale du tendon fléchisseur profond.

. La croissance de la corne :

La corne est une version fortement kératinisée de la couche superficielle de l'épiderme, appelée couche cornée ou stratum corneum. La corne est en continuité avec la peau du doigt. La substance de la corne est déterminée par la disposition que prend la kératine. La kératine est l'élément protéique structural des épidermes cornés. Elle constitue la structure de base qui confère à la corne ses propriétés uniques de protection face aux variations de l'environnement. La corne des onglons est le résultat de cinq étapes conjointes : synthèse de kératine et des liaisons biochimiques entre les molécules de kératines, agrégation des filaments cornés, synthèse et exocytose de la substance « ciment » intercellulaire, et enfin, la mort programmée des cellules épidermiques cornées.

La kératinisation implique un remplacement permanent de la majorité des cellules par de la kératine. Les filaments de kératine sont alignés parallèlement à l'axe dorsal de l'onglon, liés par des liaisons disulfures et de la kératine amorphe. C'est cette disposition qui donne rapidement la résistance mécanique vis-à-vis des impacts causés par la locomotion. (TOMLINSON et al. 2004).

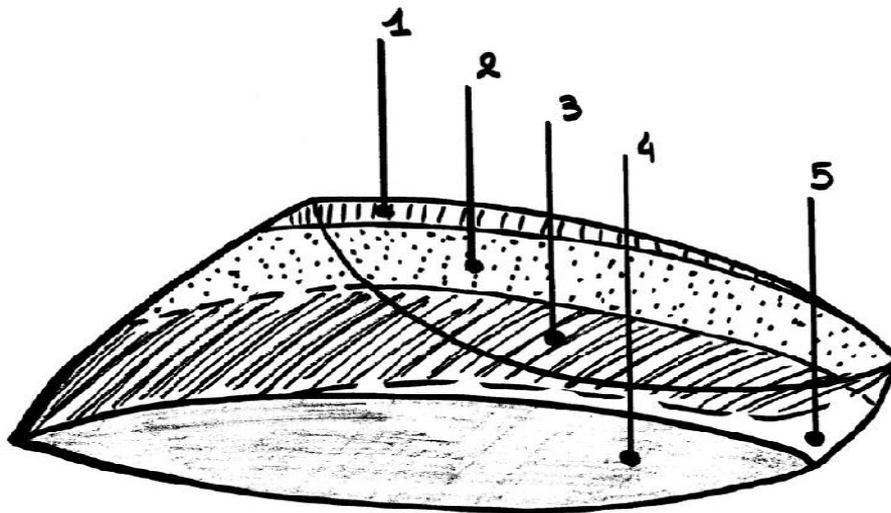


Planche 9 : L'étui corné (VALLET, 2003).

- 1 : Sillon du limbe, 3 mm d'épaisseur.**
- 2 : Sillon coronaire, 1 cm de large.**
- 3 : Lames épidermiques de la muraille.**
- 4 : Couche cornée de la sole.**
- 5 : Couche cornée du talon.**

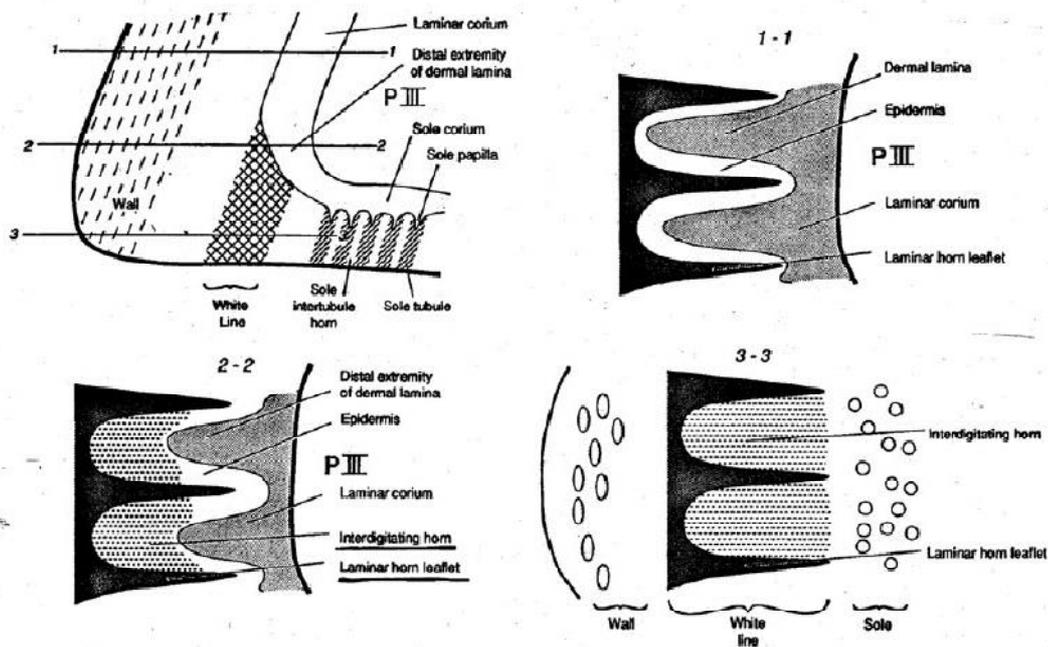


Planche 10 : Représentation de la ligne blanche. Le premier diagramme est une coupe longitudinale de la région de la ligne blanche. 1-1, 2-2 et 3-3 sont des coupes transversales (KEMPTON et LOGUE, 1993).

IV. Description des régions anatomiques vulnérables :

. La peau et les tissus sous-cutanés :

a. La couronne :

Elle comprend le chorion du bourrelet, le chorion de la couronne et la peau poilue du doigt. Elle est donc exposée aux traumatismes et infections de la peau. La zone est très vascularisée : elle sera le siège des processus inflammatoires visibles. Enfin, une atteinte du chorion de la couronne compromet la croissance ultérieure de la corne de l'onglon.

b. Région interdigitale :

La peau interdigitale est le repli de peau qui unit les deux onglons du même membre entre eux, dans l'espace interdigital. A cet endroit la peau est dépourvue de poils. C'est une région humide et souvent exposée aux souillures des litières et aux traumatismes.

. La corne et le pododerme :

Le sabot est un produit direct du tissu vivant (le vif) qui se trouve à l'intérieur et qu'il protège. Le vif doit se protéger lui-même. Un sabot bien conformé et fort indique que le vif est sain. Le sabot est alors capable de résister aux agressions extérieures et peut s'adapter aux changements de l'environnement.

Un vif malade sera incapable de produire une protection efficace pour se défendre. Or, comme les lésions du sabot aggravent l'état du vif, déjà déficient, il s'en suit un cercle vicieux. (TOUSSAINTRAVEN, 1992). Il existe cinq zones dites faibles de la corne de l'onglon. Il s'agit de la ligne blanche, du sillon abaxial, la jonction de la sole et du talon, le sillon axial et le sillon para-articulaire.

La différenciation des cellules épidermiques est un mécanisme complexe qui dépend des contrôles hormonaux, des niveaux nutritionnels et de l'environnement. Le niveau d'apport nutritionnel joue un rôle majeur dans la qualité et l'intégrité des tissus kératinisés de la corne, car il intervient sur les activités des différentes hormones en jeu. Ainsi, les défauts de niveaux d'apport augmentent la susceptibilité aux maladies de l'onglon.

Tout déficit en calcium, zinc, cuivre, manganèse, vitamines A, D, E, et en biotine est défavorable à la qualité et à la cohésion de la corne, et à la régulation de la croissance cornée. La qualité de l'apport sera donc plus critique en période post-partum, chez des vaches laitières hautes productrices. Une supplémentation excessive en sélénium pendant la période sèche, à l'inverse, augmentent les risques d'atteintes sévères des onglons en période post-partum.

a. La muraille :

Un traumatisme direct sur la région papillaire ou un trouble métabolique de la vache (acidose du rumen, fièvre, vèlage) affectera la qualité de la corne qui se reflètera la plupart du temps par des cercles de croissance d'allure variable.

La région particulière de l'union de la muraille au chorion par ses lamelles est atteinte lors de fourbure.

b. La ligne blanche :

La ligne blanche est une zone de jonction entre la corne de la sole et la corne de la muraille, unies par des lamelles. De plus elle est en contact avec le sol. Elle est modifiée lors du premier vèlage et lors de contexte de fourbure sub-clinique. L'extravasation des éléments sanguins à partir des capillaires contribue à la séparation des deux cornes et à la fragilisation de la zone. Des débris de litière, des graviers ou des objets vulnérants sont en permanence sous pression contre la sole et la ligne blanche. (KEMPSON, 1993).

c. La sole :

Constituée de corne molle, elle est une zone de pression permanente entre le sol et le poids du corps du bovin. Elle est soumise à des variations d'épaisseur en réaction aux agressions diverses subies par le pied. Elle est vulnérable à tout objet contondant extérieur et à toute évolution interne du podophylle et de position de la troisième phalange (Planche 11).

d. le talon :

La jonction entre la corne du talon et la corne de la muraille constitue une zone importante de stress au niveau de la ligne blanche, expliquant la localisation plus fréquente d'affections à cet endroit particulier. Le talon est peu épais et est plus exposé aux contusions et aux perforations par des corps étrangers qu'un talon épais.

. Les organes profonds des doigts :**a. Les chorions :**

Ce sont des tissus composés de cellules dont dépend la croissance de la corne. Elles sont-elles-mêmes dépendantes de la circulation sanguine et lymphatique qui les nourrit et les protègent. Ces structures sont particulièrement sensibles à toute variation de circulation sanguine : pression sanguine des capillaires, phénomènes inflammatoires, présence de toxines.

b. Le coussinet plantaire :

La bourse podotrochléaire, malgré sa protection anatomique considérable décrite plus haut, peut être gagnée par des infections profondes de la sole. Ces infections peuvent se propager jusqu'à l'os sésamoïde distal lui-même, à l'articulation P2-P3 et à la gaine tendineuse des fléchisseurs profonds et superficiels.

La gaine tendineuse des tendons des fléchisseurs profonds et superficiels est une structure vulnérable en raison de sa proximité avec l'onglon.

c. La troisième phalange :

Les fractures des troisièmes phalanges sont fréquentes au niveau du fond de la surface articulaire, partie la plus faible de l'os.

d. Les articulations inter-phalangiennes :

L'articulation inter-phalangienne distale associée à l'os naviculaire est l'articulation la plus vulnérable car la plus accessible pour les injections ou par les traumatismes, en particulier par le biais de ses récessus dorsale et palmaire. De plus, la face axiale est un autre point vulnérable de l'articulation car, à cet endroit, le bord coronaire est plus bas qu'en face abaxiale. Ce point expose l'articulation et ses éléments constitutifs aux traumatismes et aux infections digitales, même si cette vulnérabilité est compensée par la présence de ligaments : croisés, axiaux et collatéraux.

Les autres parties de cette articulation sont en effet protégées par l'onglon, situées sous le niveau de la couronne

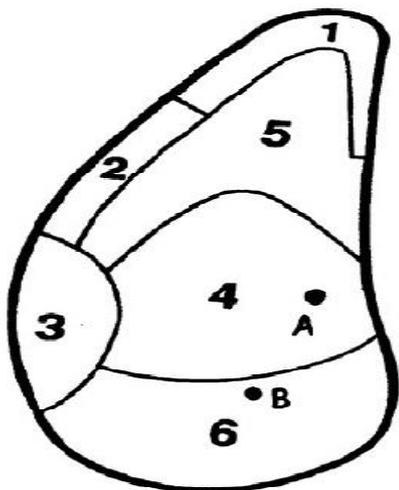


Planche 11 : Face solaire. Délimitations des zones de la sole. Les points A et B sont les points d'apparition typiques des ulcères de la sole. Le point A étant le plus fréquemment atteint (GREENOUGH , 1996).

V. Biomécanique du pied des bovins :

a. En station :

On dit que la surface d'appui de l'onglon est stable si le bord antérieur de la muraille est court et que le bulbe de la sole est bien développé. L'onglon se tient droit sur le sol : les faces axiales et abaxiales sont parallèles entre elles et un angle de 45-50° est mesuré entre le bord antérieur de la muraille et la sole. (TOUSSAINT-R, 1992).

- **Répartition de l'appui sur un onglon :**

Sur un sol plat, l'onglon se tient sur le bord d'appui de la muraille (la majorité du côté abaxial), sur une partie de la corne du bulbe et sur la sole. En effet, bien que la sole ait été considérée comme une surface d'appui partielle.

De plus, la surface solaire est divisée en six régions d'intensités de pression différentes. Les pressions maximums s'exerceraient sur la région 3 de l'onglon latéral postérieur et sur les régions 5 et 6 de l'onglon médial postérieur, la pression étant toujours supérieure sur l'onglon latéral.

Globalement, l'onglon latéral reçoit une pression plus grande dans sa partie postérieure et l'onglon médial dans sa partie antérieure. Ces données correspondent à des mesures réalisées sur des vaches laitières hautes productrices logées sur des sols durs et lisses. (VAN DER TOLL et al., 2002).

- **Répartition des charges sur les quatre onglons :**

Lorsque l'animal est en station debout « au carré », les deux membres postérieurs étant reliés entre eux par une charnière au bassin, la répartition du poids du corps des postérieurs est

égale entre les membres postérieurs droit et gauche. Puis, si l'on considère que les onglons sont de même hauteur et stables, le poids se répartit équitablement sur les quatre onglons. Ainsi, pour une vache de 540 kg qui porte 200 kg sur ses membres postérieurs, chaque onglon reçoit environ 50 kg.

Des petits mouvements permanents vers la droite et vers la gauche répartissent différemment les charges sur les onglons. C'est le membre du côté penché qui est plus chargé. Pour un mouvement latéral de 2,5 cm d'amplitude en station debout, les charges atteignent 60 à 120 kg sur un même onglon. Le mouvement vers la droite va augmenter l'appui vers la droite : l'onglon latéral du membre droit recevant le plus de poids, suivi de l'onglon médial droit, puis de l'onglon médial gauche, l'onglon latéral gauche ne recevant plus que 40 kg au maximum.

L'augmentation des charges par onglon varie selon que la liaison entre les deux onglons et le membre soit souple ou non. Les ligaments disposés autour des articulations des phalanges, et surtout les ligaments croisés interdigitaux, sont élastiques et permettent une répartition plus régulière du poids sur les onglons d'un même pied. (TOUSSAINT-R, 1992).

- ***Comparaison des onglons antérieurs et postérieurs :***

Les onglons antérieurs reçoivent plus de pression dans les zones postérieures : régions 3 et 6, alors que les onglons postérieurs reçoivent plutôt les pressions maximales en région 5. Ceci peut-être expliqué par la localisation du centre de gravité du corps de bovins : il est caudal aux membres antérieurs et crânial aux membres postérieurs, le poids du corps s'appuie donc plus dans les régions postérieures des onglons antérieurs, et dans les régions antérieures des onglons postérieurs.

Pour les membres antérieurs, c'est l'onglon médial qui porte le plus de poids et qui reçoit le plus de pression, pour les membres postérieurs, c'est l'onglon latéral qui est le plus chargé. La pression exercée sur les onglons est plus importante pendant la station debout que pendant la marche. (TOUSSAINT-R, 1992).

- ***Transmission du poids du corps dans les onglons :***

Le poids du corps est transmis de la troisième phalange à la phalange intermédiaire selon l'axe de cette dernière. La force correspondant au poids du corps se décompose en forces plus petites qui se répartissent sur le vif. Le coussinet digital, le pododerme et la couche germinative sont alors comprimés lorsque le pied supporte une charge.

La troisième phalange est posée sur le pododerme de la sole, là où le tissu sous-cutané, et suspendu à la corne de la muraille par l'intermédiaire du pododerme. La

fixation à la muraille est meilleure dans la partie abaxiale antérieure de l'onglon. Elle est plus faible de côté abaxial vers l'arrière et manque du côté axial dans le bulbe. Sous le poids du corps et sur un sol dur, l'onglon et la troisième phalange pencheront en arrière et de façon axiale : c'est le mouvement normal lors de la charge. La pression sur le pododerme de la sole est donc surtout exercée par la partie axiale postérieure de la troisième phalange. Or, sur le côté axial du bord postérieur on trouve une protubérance osseuse, appelée *prominencia axialis*. Sous cette protubérance, le pododerme de la sole est alors comprimé plus intensément lors d'une charge normale. Si la charge est excessive et de longue durée, des lésions peuvent s'y développer. Cette zone est vulnérable.

Dans les conditions d'élevage actuelles, l'usure est insuffisante sur le sol dur et lisse desétables. L'onglon (le sabot) s'accroît toujours en partie abaxiale antérieure. La partie axiale du talon est mal développée en raison d'agressions diverses. Il en résulte un sabot instable qui s'affaisse axialement vers l'arrière. La troisième phalange s'affaisse alors exagérément dans la zone vulnérable citée ci-dessus. C'est le point de départ de la genèse de la lésion typique de la sole. (TOUSSAINTR, 1992).

b. Lors de la marche :

Le mouvement peut être décrit comme une rupture de l'état d'équilibre. La marche est une succession de mouvements successifs, répétitifs et rythmés. Les articulations inter-phalangiennes sont le centre de tout le mouvement du membre ; le corps pivote sur elles. Chaque membre subit trois phases lors de sa traction vers l'arrière : la phase de prise de contact, la phase d'appui principal et la phase finale de pro-traction.

Pendant la prise de contact avec le sol, le rôle du membre est d'amortir le choc du sol avant d'être en appui complet. C'est la pince du sabot qui entre en contact avec le sol.

Pendant la phase d'appui principal, le choc subit par l'articulation inter-phalangienne distale est absorbé par le coussinet digital. Les os sésamoïdes distaux et leurs ligaments amortissent aussi le choc. L'enfouissement de l'articulation inter-phalangienne distale dans la boîte cornée est un élément supplémentaire de force et de protection face aux chocs de l'appui. Les onglons s'écartent davantage à leurs extrémités qu'au niveau des talons.

Pendant la phase de pro-traction, les articulations sont en extension. Les doigts sont étendus par les muscles extenseurs communs et propres des doigts III et IV. Pour la pro-traction des membres postérieurs, les articulations sont étendues à l'exception de l'articulation de la hanche, fléchie.

Une fois le membre tiré vers l'avant, les articulations sont fléchies. Les doigts sont fléchis par les muscles fléchisseurs profonds et superficiels.

La démarche varie considérablement d'un animal à un autre. Elle est influencée par le volume et la place prise par la mamelle. Le membre postérieur du doigt alors être porté plus en abduction et plus vers l'arrière par rapport à la normale (animal jeune, femelles multipares). Cette position normale tend à faire tourner le jarret vers le dedans et de tels jarrets dits «clos», après plusieurs lactations peuvent nuire à une répartition du poids sur les doigts. (GREENOUGH, WEAVER, 1983).

Conclusion :

Les différents mouvements du corps, même en station debout, provoquent des variations importantes de charges sur les onglons postéro-externes (onglons latéraux des membres postérieurs). Pour chaque onglon, cette charge repose sur quelques centimètres carrés de vif, sous la protubérance osseuse de la troisième phalange.

Un onglon sain sait s'adapter à ses variations de charges.

La troisième phalange de l'onglon externe du membre postérieur est plus rugueuse que l'os de l'onglon interne. La différence est minime chez les jeunes animaux, et augmente avec l'âge.

D'année en année, la face distale de l'os pédieux devient de plus en plus rugueuse. Cette rugosité témoigne de l'influence des forces nombreuses et intenses exercées à cet endroit, au fil des stades physiologiques et des variations des conditions modernes de logement et de rationnement des vaches.

Les onglons des membres antérieurs sont plus égaux et travaillent davantage ensemble. Ils ne connaissent pas de différence systématique de biomécanique, sont plus stables, le bulbe est plus haut, et les charges sont divisées plus équitablement. (TOUSSAINT-R, 1992).

CHAPITRE II
ETUDE DES
BOITERIES CHEZ
LES BOVINS

Définition :

Par définition la boiterie est un trouble de l'appareil locomoteur, la plupart des animaux atteints de boiterie souffrent et ont davantage de difficultés à supporter leurs conditions de logement que leurs congénères. En effet les problèmes d'onglons ou au niveau des jarrets ont des conséquences à la fois sur la marche, le confort en position allongée, la facilité à se relever ainsi que le comportement d'évitement.

.Facteurs de risques :

Les facteurs favorisant les boiteries sont multiples. On peut toutefois en identifier deux principaux : le logement et l'alimentation, pour lesquels des adaptations sont possibles.

Les bétons neufs peuvent être à l'origine de véritables épidémies de boiteries pour le troupeau. Ils ont un effet abrasif qui, conjugué à un excès d'humidité, provoque une usure prématurée de la corne. Il ne faut toutefois pas les lisser au risque de provoquer des accidents osseux ou musculaires. Il est alors indispensable de les neutraliser en appliquant en deux fois, à quelques jours d'intervalle, une solution acide composée d'un litre de vinaigre pour dix litres d'eau. Ceci ramènera le pH du béton à la neutralité.

L'alimentation induit des boiteries, notamment dans les cas d'acidose. Des carences en oligo-éléments (Ca, P, Zn, Cu, Se) peuvent également être à l'origine de cette pathologie.

Derrière le terme de boiteries se cachent différentes affections telles que le panaris. Il est issu de la pénétration de germes à partir d'une blessure au niveau du pied. On observe alors un gonflement au-dessus des sabots. C'est une maladie grave qu'il faut traiter. Elle peut dégénérer en arthrite. Le panaris est également contagieux. Quand l'abcès perce, les germes sont disséminés sur l'aire de vie et peuvent contaminer les animaux sains. Une fois diagnostiquée le panaris nécessite un nettoyage avec de l'eau de javel et la prescription d'un traitement vétérinaire antibiotique. La prévention consiste à retirer tout ce qui peut être traumatisant pour les pieds des animaux et il faut éviter les passages humides. Le passage du troupeau dans un pédiluve (hauteur de 12 cm pour mouiller les petits onglons) contenant une solution désinfectante à base de sulfate de cuivre ou de zinc et un acide organique donne de bons résultats.

.Types de boiteries :**A) Boiteries basses :****B) A1. Panaris interdigital :****C) a. Nomenclature :**

De nombreux synonymes ont été donnés au panaris à tort, car ils décrivent d'autres processus pathologiques, d'autres localisations et étiologies : gros pied, javart, feu d'herbe, furoncle interdigital, mal blanc, limace. Les appellations convenables retrouvées dans la littérature sont:

Phlegmon interdigital, ou interdigital phlegmon, « foot rot », « foul in the foot » en anglais, phlegmoninterdigitalis en latin. (ANDREWS, 2000).

b. Définition :

Le panaris est une infection nécrosante aiguë ou subaiguë des tissus mous sous-jacents de l'espace interdigital, prenant son origine dans le derme : en effet, elle est due à la pénétration accidentelle, à travers la peau interdigitale lésée, de germes pathogènes, provoquant une inflammation diffuse de cette zone avec boiterie sévère d'apparition brutale. (ANDREWS, 2000).



Panaris (Phlegmon interdigité ou Piétin contagieux)

c. Fréquence et importance du panaris interdigital :

Le panaris interdigital est très fréquent, responsable de la majorité des boiteries (20% des diagnostics de boiteries sont des formes « super foot rot », il serait la deuxième maladie podale pour laquelle le vétérinaire est appelé.

Il concerne les membres postérieurs dans 3 cas sur 4.

Il peut apparaître sur des bovins de tout sexe et de tout âge, chez des veaux de quelques semaines comme chez des vaches âgées, plus fréquemment dans les cinquante premiers jours qui suivent le vêlage. Toutes les races y sont sensibles, même si les races laitières sont plus souvent atteintes que les races à viande. Ce fait est certainement à rapporter à des modes d'élevage différents. (ANDREWS, 2000).

Le panaris est une affection très douloureuse pour l'animal mais à des degrés variables et il recouvre une importance économique. Les productions de lait et de viande sont toujours baissées lors de l'infection et la production laitière ne regagne pas toujours son niveau initial après guérison.

La maladie n'est pas toujours traitée précocement et engendre des pertes économiques en raison du coût de l'antibiothérapie du retrait du lait et de la viande pendant les temps d'attente. (ANDREWS, 2000)

d. Etiologie et pathogenèse du panaris interdigital :

Les germes responsables de l'infection doivent bénéficier d'un petit traumatisme de la peau interdigitale. Les germes qui se multiplient par la suite sont des bactéries qui agissent seules ou bien en synergie, suivant les auteurs. Ils se trouvent toutes normalement dans l'environnement (pâtures, litières, fumiers, lisiers...).

Fusobacterium necrophorum ou « bacille de la nécrose » est isolé dans la majorité des cas de panaris (93%), bacille GRAM négatif anaérobie. Le bacille est cité comme étant l'agent pathogène du panaris. Les biotypes les plus souvent isolés sont A et AB : ceux-ci produisent les exotoxines leucémides et hémolytiques responsables de la nécrose.

Dans le cas du « super foot rot », *Fusobacterium necrophorum* est souvent associé à *Prevotellamelaninogenica*. (ANDREWS, 2000).

e. Facteurs de risque du panaris interdigital :**e.1 Les facteurs de risque déterminants :**

Les facteurs de risque déterminants du traumatisme mécanique obligatoire dans cette affection sont nombreux : des chaumes, des pierres, briques, ardoises sur les chemins, des fétus de paille, de la boue séchée ou gelée, tout objet vulnérant (clou, fourches, aiguilles, lames, barbelés ...).

e.2 Les facteurs de risque favorisants :

- Les facteurs favorisants sont relatifs aux conditions d'hygiène générale des sols : curages et raclages de fréquence insuffisante, défaut de paillage, négligence des accès obligatoires aux pâtures ou à la salle de traite, cours ou aires humides constamment contaminés par les cas cliniques, véritables réservoirs de germes (formes enzootiques). Selon les auteurs, *F. Necrophorum* peut survivre entre 1 et 10 mois dans l'environnement. Les sols à PH élevé sont favorables à la croissance de l'agent du panaris.
- La sécheresse et l'humidité sont des facteurs favorisants : les mois d'été et d'automne en particulier.
- Une carence en zinc et/ou en vitamine A peut augmenter l'incidence des panaris dans un troupeau.
- Les infections septicémiques à *Histophilus somni* ou des maladies virales systémiques peuvent créer des dommages vasculaires locaux qui prédisposent au panaris.
- La largeur de l'espace interdigital peut être prédisposant (caractère héréditaire).
- Les aires paillées sont potentiellement plus traumatisantes pour l'espace interdigital que les stabulations entravées ou en logettes.
- La race n'intervient pas dans la réceptivité au panaris, même si la race Jersey est décrite comme moins souvent atteinte.
- Des études ont montré que la fréquence du panaris était la plus haute dans les 30 à 50 jours qui suivent la mise bas.
- Un même animal peut souffrir de panaris plusieurs fois dans sa vie. En effet, l'immunité acquise semble insuffisante, quel que soit l'âge. Cependant, les veaux semblent plus résistants tant qu'ils sont protégés par les anticorps maternels. Ils peuvent être infectés vers l'âge de deux ou trois mois. On observe que la majorité des panaris affectent des animaux âgés de moins de quatre ans.
- Le parage fonctionnel est décrit comme réduisant la fréquence du panaris.
- Certains auteurs décrivent la lésion de dermatite digitale comme un facteur prédisposant, augmentant la vitesse de progression et la sévérité du panaris. (ANDREWS, 2000).

e.3 Cas du super foot rot :

Il atteint de préférence les vaches frisonnes adultes en lactation et en stabulation. Parfois, il est associé à la dermatite digitale et à une nécrose dont les lésions s'observent à l'attache antérieure des deux onglons. (ANDREWS, 2000).

e.4 Anamnèse et symptômes du panaris interdigital :

Une boiterie d'apparition brutale, qui ne concerne en général qu'un seul membre, interpellé l'éleveur. L'affection est le plus souvent sporadique, même si plusieurs animaux peuvent parfois être atteints lors de certaines conditions météorologiques. (GREENOUGH, WEAVER, 1997). La douleur est intense, à l'appui, au repos, comme en mouvement. La réponse à cette douleur est une suppression d'appui caractéristique : pied posé en avant, sur la pointe des onglons et le boulet tenu fléchi.

En interrogeant l'éleveur on apprend une chute brutale de la production laitière, une baisse d'appétit et un amaigrissement marqué en un jour ou deux.

A l'examen clinique on peut noter une hyperthermie (39,5 à 40°C) non systématique. Lors de l'apparition de l'ulcère de la peau interdigitale, la douleur s'intensifie. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

.Description lésionnelle du panaris interdigital :**a. Cas du panaris :**

La première lésion est une petite plaie interdigitale de la peau, non spécifique du panaris, mais constante. Cependant, c'est un abcès qui est l'entité caractérisant le panaris. Dès le début, le panaris est associé à une hyperhémie de la peau interdigitale. Avant les 18 à 36 premières heures d'évolution, l'espace interdigital n'est que légèrement gonflé, une fausse membrane apparaît sur la peau, et parfois, seule une petite solution de continuité dans le tégument est visible. (GREENOUGH et al. 1983).

D'autres lésions sont clairement visibles 36 à 72 heures après l'apparition des premiers troubles : une importante tuméfaction chaude de la couronne, douloureuse à la palpation, diffuse et symétrique (en vue crâniale), plus marquée en faces ventrale et dorsale de la zone interdigitale. Elle peut gagner tout le paturon, voire le boulet, tout en restant symétrique. (GREENOUGH et WEAVER, 1997).

Au fond de l'espace interdigital, la plaie repose sur le gonflement issu de l'inflammation, elle est longitudinale et laisse s'échapper une sérosité fétide et incolore.

A l'exploration de cette plaie, sous une peau décolorée on découvre des tissus nécrosés en lambeaux blancs jaunâtres. La nécrose des tissus mous n'apparaît que 24 à 48 heures après les premiers symptômes.

Un corps étranger, responsable du panaris, peut être retrouvé. A ce stade, l'abcès est localisé. Les onglons sont alors écartés, le lisier séché et la terre s'accumulent d'autant plus.

b. Evolution :

L'évolution est rapide et de nouvelles lésions apparaissent : la tuméfaction et l'infectionnécrotique gagnent de proche en proche les ligaments, les tendons, puis le cartilage, les articulations, les os. Le panaris devient alors un phlegmon. Le pus est jaunâtre, jamais abondant et d'odeur fétide (odeur de la nécrose associée à l'activité des germes anaérobies).

Si l'abcès reste localisé, une fistule se forme et la lésion cicatrise. Une fibrose prend place. L'évolution la plus fréquente est un développement exubérant d'un tissu de granulation (limace).

c. Diagnostic du panaris interdigital :

c.1 Anamnèse et commémoratifs : le panaris est sporadique, d'apparition brutale et relié aux caractéristiques des parcours et des pâturages :

- Vive douleur et boiterie marquée d'apparition soudaine ·
- Atteinte d'un seul pied en général ·
- Hyperthermie et/ou au moins une baisse d'appétit ·
- Baisse de production laitière, amaigrissement ·

c.2 A l'observation rapprochée :

- Tuméfaction symétrique de l'extrémité du membre avec écartement des onglons
- Gonflement du bourrelet coronaire

c. 3 Examen rapproché du pied :

- Espace interdigital (et plus ou moins le bourrelet coronaire) : œdème + chaleur + hyperhémie + plaie ou fissure interdigitale avec exsudation ·
- Odeur caractéristique ·
- Ulcère en voie de cicatrisation en phase avancée. (ANDREWS, 2000).

.Diagnostic différentiel du panaris interdigital :

D'une façon générale, si l'inflammation n'est pas symétrique, ce n'est pas un panaris. Le panaris doit être distingué :

- D'une arthrite septique inter-phalangienne distale (consécutive à un abcès compliqué de la sole ou même d'un panaris) : les signes cliniques inflammatoires ne s'appliquent qu'à un seul doigt et les lésions de panaris sont absentes.
- D'un corps étranger, qui peut être lui-même à l'origine du panaris s'il est dans l'espace interdigital.
- D'une fracture de la troisième phalange.

- D'une complication d'un ulcère de la sole, d'une maladie de la ligne blanche, d'une seime ou d'un clou de rue : leurs lésions sont visibles en générale.
- D'une dermatite digitale : dans le cas du « super foot rot » : la lésion caractéristique de dermatite digitale est observée dans l'espace interdigital.
- Forme sévère de fourchet : les lésions sont différentes.
- Seime septique : seime visible et œdème inflammatoire de la bande coronaire de l'onglon correspondant.
- Abscès rétro-articulaire : localisation des lésions à la région du bulbe du talon.
- Il ne faut pas confondre une enflure très localisée de panaris avec une limace : véritable excroissance de chair non douloureuse. (ANDREWS, 2000).

.Pronostic du panaris interdigital :

Il est très favorable si le traitement est précoce (le premier jour d'évolution). Mais des troubles graves, parfois définitifs, s'installent si l'application du traitement est tardive.

Tableau 5 : Le panaris, l'essentiel :

Synonymie	Phlegmon interdigital, Foot rot
Fréquence et périodes	Phlegmon interdigital, Foot rot
Etiologie	-Plaie ouverte du tégument interdigital et surinfection par <i>Fusobacterium necrophorum</i>
Localisation	-Membres postérieurs dans 3 cas sur 4 Espace interdigital +/- couronne
Symptômes	-Boiterie d'apparition brutale. Soutien du membre souvent caractéristique : en avant, sur la pince, boulet fléchi -Hyperthermie (39,5-40°C) inconstante. -Chute brutale de production laitière. -Baisse d'appétit. -Amaigrissement visible en deux jours
Lésions	Début : Plaie cutanée et « fausse membrane » sur la

	peau 18-35 heures : hyperhémie, tuméfaction symétrique et diffuse, douleur intense à la pression. 24-48 heures : nécrose des tissus (lambeaux blanchâtres) + peau décolorée
Evolutions/ complications possibles	-Cicatrisation après fistule(ou non) - Limace - Arthrite septique de l'articulation interphalangienne distale / ténosynovite / ostéite : « pied en massue »

A2. Dermatite digitale :

a. Nomenclature :

Diagnostiquée pour la première fois en 1974 par (MORTELLARO et al. 1985) dans le nord de l'Italie, cette affection est souvent appelée « maladie de Mortellaro ». Les anglosaxons l'appellent digital dermatitis, Hairy Foot warts, Strawberry Foot Disease, Strawberry Foot Rot, Heel warts, Raspbery Hell. (ANDREWS, 2000 / STAMM et al. 2002 / BERRY, 1998).

b. Définition de la dermatite digitale :

La dermatite digitale est une inflammation subaiguë, contagieuse et superficielle de la peau de la couronne de l'onglon, surtout côté talon, ou de l'espace interdigital. L'étiologie est multifactorielle et probablement infectieuse, mais encore inconnue. (GOURREAU et al., 1992).



Maladie de Mortellaro (Dermatite digitale ou digitée)

c. Importance de la dermatite digitale :

Depuis sa découverte en Italie, elle a été découverte dans plusieurs pays européens dans les années 80. Il est fort probable que cette affection soit plus répandue qu'on ne le croit car elle est rarement diagnostiquée : le pied est peu levé et/ou souvent mal examiné. (GOURREAU et al. 1992 / MORTELLARO et al. 1986)

Le retentissement clinique de la maladie est économiquement représentatif : la boiterie est sévère, les animaux peuvent perdre du poids, les performances à la reproduction et la production laitière peuvent diminuer. (REBHUN et al., 1980).

Après l'entrée de l'agent infectieux dans l'élevage la propagation est rapide et peut atteindre 90% du cheptel.

d. Etiologie de la dermatite digitale :

A l'heure actuelle, l'étiologie est inconnue. L'allure contagieuse, l'efficacité des inoculations expérimentales sont en faveur d'une origine infectieuse. L'hypothèse virologique n'a jamais été prouvée et les succès de traitements antibiotiques tentés sur le terrain ont fait penser à une étiologie bactérienne. (READ et al., 1992 / BERRY, 1998/ STAMM et al. 2002).

.Causes bactériennes :

De nombreux microorganismes anaérobies stricts ont été associés à la dermatite digitale.

L'implication de *Bacteroides nodosus* a été souvent suggérée. *Campylobacter faecalis* a été récolté en grande quantité à la surface de la lésion ulcérate classique de la dermatite

interdigitale. L'intervention de bactéries anaérobies comme agents de surinfection est fréquente, expliquant l'odeur de certaines lésions avancées. (WOODWARD, 1999).

.Causes virales :

Les lésions prolifératives de la maladie rappellent la papillomatose bovine, mais le virus n'a jamais été isolé. (BORGSMANN et al., 1996).

e. Facteurs de risques de la dermatite digitale :

Le mode de transmission est mal connu mais le contact avec la litière ou les instruments contaminés est connu pour transmettre l'agent. La dermatite digitale est causée par une conjonction de facteurs divers tels que l'environnement, les conditions d'hygiène, le microbisme, l'individu.

.Environnement :

Les ambiances humides et les températures douces sont propices au développement de la maladie. En Europe, ce sont les mois d'hiver les plus propices. Elle est plus fréquente lorsque les animaux sont en étable que lorsqu'ils sont en pâture.

La maladie se rencontre plus souvent dans les stabulations libres, sur aire paillée (où les contacts entre les pieds des animaux sont plus serrés) que dans les bâtiments à logettes. (BERRY, 2001 / LAVEN, 1999). contact permanent du pied dans un milieu humide et pauvre en oxygène est un facteur important. Lorsque les conditions d'hygiène du bâtiment sont inadéquates, l'accumulation des bouses et des urines associée au confinement des vaches crée un environnement dangereux.

Lorsque le paillage est insuffisant en stabulation libre ou en stabulation entravée, les aires decouchage sont insuffisantes et les animaux sont contraints à rester plus longtemps debout dans la litière humide, sans possibilité de sécher leurs pieds. Ceci est un facteur aggravant.

.Animaux :

Tous les âges sont concernés. Les bovins laitiers sont exclusivement atteints.

L'immunité semble relativement faible et pose encore question. La redondance de l'affection concerne souvent les mêmes exploitations dans lesquelles 52% des cas recensés sont des récidives.

Selon les auteurs, la fréquence de la maladie semble diminuer avec la parité, mais les plus vieilles vaches présentent des boiteries beaucoup moins marquées que les jeunes et ne seraient pas moins atteintes. Le statut immunitaire est bien moins significatif que les facteurs environnementaux. La prévalence de l'infection est accrue lors des première et deuxième lactations, le premier mois de lactation étant à plus haut risque. Il a été établi que la maladie

est plus commune pour les génisses qui rejoignent le troupeau avant la mise bas, moment clé dans la prévention. (ANDREWS, 2000/ BERRY, 2001)

.Hygiène :

Outre l'hygiène de l'environnement, relative à la conduite d'élevage, des instruments contaminés sont en cause parfois. Des cas de contamination par les instruments de pédicures bovins mal nettoyés et provenant d'élevages atteints sont recensés. N'importe quel équipement mal nettoyé contribue à l'introduction de la maladie.

De même l'introduction d'un nouveau bovin est le facteur le plus fréquemment responsable de l'entrée de l'agent dans un élevage sain. L'infection se propage ensuite par contamination de l'environnement. (ANDREWS, 2000).

Des infections concomitantes comme le panaris interdigital suraigu sont citées comme maladies intercurrentes mais la primauté de la dermatite digitale n'est pas confirmée.

f. Anamnèse et symptômes de la dermatite digitale :

Une perte de poids et une chute de production laitière de 20 à 50 % sont relatés mais des signaux d'alerte sont inconstants et discutés.

Le symptôme le plus évident et le plus précocement remarqué par l'éleveur est une boiterie franche, non constante, mais particulière à la dermatite digitale lorsqu'elle est présente.

Elle est due à la douleur très vive de la lésion située en général sur le talon. L'animal se soulage en reportant l'appui en pince en mouvement et le paturon est en semi-flexion au repos.

On parle de « marche sur des œufs » pour décrire parfois l'allure de l'animal, mais la boiterie peut être plus fruste. (MORTELLARO et al. 1986).

g. Description lésionnelle de la dermatite digitale :

On parle communément de « la lésion de dermatite digitale ». Mais plusieurs lésions sont en question. Il existe deux formes principales de dermatite digitale : la forme érosive, forme la plus classique, qualifiée encore de chronique, et la forme proliférative, verruqueuse, ou encore bourgeonnante. Sans complication, la congestion du pied est absente. Une prolifération anormale de corne peut être remarquée. (GOURREAU et al., 1992).

a) Les différentes formes de dermatite digitale :

La lésion classique de dermatite digitale :

- la forme érosive ou « framboise »

La zone douloureuse révèle à l'examen une inflammation circonscrite et superficielle de la peau. Le stade initial de la lésion est peu connu car les symptômes sont absents et le pied est rarement observé. A ce stade les poils seraient hérissés et agglomérés. Cette lésion unitaire est plus ou moins circulaire ou ovale, de 1 à 5 centimètres. Elle débiterait par une hyperhémie et

une exsudation séreuse de l'épiderme superficiel. L'exsudat, abondant, mélangé aux débris d'excréments et de terre séchée, agglutine des poils longs et hérissés disposés sur le pourtour de la lésion. Cet exsudat peut être retiré par un lavage à l'eau tiède ou savonneuse. (GOURREAU et al., 1992).

Plus tard, la lésion devient caractéristique : ulcérate, concave, dépilée au centre ou peupoilue, à la surface rugueuse et proliférative ayant pour conséquence l'aspect charnu ou celui d'une éponge, de couleur brun-rouge foncé à rouge vif (aspect d'une framboise), entourée d'un liseré épithélial, souvent blanchâtre. L'aspect granuleux est la conséquence d'une prolifération de pics de kératine en réponse à une irritation de la couche germinative. (ANDREWS, 2000).

Elle est singulièrement douloureuse au toucher, mais l'intensité de la réaction est variable selon les individus. Même extrêmement discrète en début d'évolution la lésion est sans rapport avec l'intensité de la boiterie et saigne également au moindre contact. (ANDREWS, 2000 / MORTELLARO et al., 1986 / TOUSSAINT-R, 1992).

La lésion de dermatite digitale est localisée au derme et n'atteint jamais les tissus sous-jacents: si elle s'étend, elle peut envahir jusqu'à la moitié du paturon, éventuellement jusqu'aux ergots, mais ne progresse jamais en profondeur.

L'odeur est caractéristique : aigrelette et « pénétrante ». Elle correspond à celle de l'exsudat muqueux, vraisemblablement composé de kératine dégénérée. (BLOWEY et al., 1994b).

La lésion de dermatite digitale est simple ou multiple. La lésion est dite multiple lorsque ces lésions unitaires sont deux ou trois, côte à côte et de tailles diverses. Elles peuvent devenir coalescentes et envahir notamment la face palmaire du derme, en constituant de larges plaies superficielles et irrégulières. (MORTELLARO et al., 1986).

- La forme proliférative de la dermatite digitale :

Un type plus prolifératif a été distingué dans les années 80. La lésion est plus ou moins papilliforme, circonscrite et moins exsudative. La surface est alors convexe, et projette des doigts filamenteux durs. La prolifération peut prendre en masse, avec une surface rugueuse et de couleur gris blanchâtre. Ce processus prolifératif est semblable à ce qui a été décrit sous le nom de papillomatose interdigitale ou « hairywarts ». (MORTELLARO et al., 1986 / ANDREWS, 2000).

La lésion peut être particulièrement étendue. Elle est douloureuse, saigne facilement et est parfois considérée comme un stade avancé de la forme érosive. La distinction entre les deux formes est difficile à établir et elle n'est soutenue par aucune publication.

h. Evolution des lésions et complications de la dermatite digitale :

En fin d'évolution, la lésion devient un tissu cicatriciel, gris-brunâtre et hyperkératosique. En été, après cicatrisation de la forme érosive de dermatite digitale, le tissu fibreux est épais, cratériforme et sec, en forme de petit fer à cheval à l'envers. (ANDREWS, 2000 / BERRY, 2001). Les stades terminaux des dermatites digitales non traitées se traduisent par une fissuration ou une nécrose de la corne des bulbes du talon, un décollement de l'onglon, voire une désongulation. (GOURREAU et al., 1992).

i. Diagnostic de la dermatite digitale :

Il est important de noter que l'observation des lésions n'est possible qu'après un nettoyage minutieux, tout particulièrement au-dessus de la jonction épiderme-corne du talon. Sans avoir levé le pied, il est rare d'observer des lésions de dermatite digitale. Seuls des stades évolués, envahissants et en relief pourraient être aperçus.

L'anamnèse ou l'examen de quelques animaux révèle que plusieurs animaux sont atteints.

L'apparition de la boiterie, si elle est visible, est décrite comme brutale.

L'examen à distance rapporte une boiterie franche sans inflammation visible du pied, sur une vache en lactation.

L'examen après la levée du pied montre une lésion souvent caractéristique simple ou multiple.

La ou les lésions sont sur la face palmaire, ou dorsale, ou latérale, toujours sur l'apex.

j. Diagnostic différentiel de la dermatite digitale :

La dermatite digitale doit être différenciée :

• De la dermatite interdigitale ou fourchet :

L'inflammation du fourchet ne s'étend pas aux tissus profonds et reste localisée à la peau. Cependant des fourchets sévères peuvent provoquer des ulcérations lorsque le chorion est atteint. La perturbation de synthèse de corne en talon liée à l'infiltration de la dermatite digitale est souvent confondue avec l'érosion de la corne du talon, lésion du fourchet. Lorsque des crevasses ou des ulcérations de la corne bulbaire sont observées, il convient de rechercher des lésions caractéristiques de dermatite digitale, afin de ne pas omettre cette maladie. (GOURREAU et al. 1992).

Lever le pied est alors indispensable. La dermatite digitale peut avoir régressé : il ne reste alors que les lésions secondaires, mais de nouvelles lésions unitaires peuvent de nouveau voir le jour.

Enfin, un fourchet sévère ou ses cicatrices peut être contemporain de la dermatite digitale.

• Du phlegmon interdigital ou panaris :

Plusieurs animaux sont atteints dans le cas de la maladie de Mortellaro, alors que les cas de panaris sont sporadiques et surviennent de façon cliniquement visible.

La boiterie peut être proche de celle de la dermatite digitale. Cependant, l'engorgement du paturon et éventuellement des étages supérieurs du au panaris est visible dans la majorité des cas, l'observation du membre en appui, contrairement à la dermatite digitale.

Après avoir levé du pied, on observe que le panaris est localisé à l'espace interdigital et à lacouronne. On peut aussi faire la différence en fonction de l'odeur perceptible : la nécrose de la peau qui accompagne le panaris est différent de celle de l'exsudat de la dermatite digitale. L'infection des tissus profonds dans les cas de panaris est inexistante dans les cas de dermatite digitale, même dans des conditions tardives ou négligées.

Dans le cas d'une dermatite digitale localisée sur un tylome, les lésions caractéristiques sont facilement reconnues. (BERRY, 2001)

• D'une dermatite traumatique :

Le traumatisme lié au gel peut donner lieu à des lésions ulcératives et légèrement hyperkératosiques, accompagnées de fissures ou de crevasses. Le diagnostic différentiel repose sur l'allure sporadique et accidentelle.

Tableau 6 : la dermatite interdigitale : l'essentiel

Synonymie	Maladie de Mortellaro
Etiologie	-Inconnue. Multifactorielle (agent infectieux contagieux, mauvaises conditions d'hygiène, humidité des locaux en hivers) -Premier mois de lactation. Uniquement les vaches laitières
Symptômes	Peu : boiterie inconstante : appui en pince ou « marche sur des œufs » Appui en pince au repos. Amaigrissement et baisse de production laitière possibles
Lésions	-Forme érosive = « framboise » = la plus classique :

	<ul style="list-style-type: none"> -Poils hérissés et agglomérés en périphérie -Lésion circulaire ou ovale -Superficielle -Exsudat incolore -Puis la lésion unitaire caractéristique : -Ulcérative, dépilée -Surface rugueuse : aspect charnu -Brun foncé à rouge vif -Liseré épithélial périphérique blanc -Douleur et saignement facile au toucher -Odeur aigrelette -Forme proliférative : -Circonsrite -Peu exsudative -Convexe -Papilliforme = doigts durs et filamenteux -Gris à blanchâtre Variations observées : -Surface boursouflées et fins poils blancs et longs clairsemés -Epiderme épais en plaque uniforme -Projections de kératine à travers l'épiderme
Localisations des lésions	<ul style="list-style-type: none"> -Face palmaire : 80 à 90% des cas Peau du bulbe du talon Décalée vers un des doigts -Face dorsale : Proche de l'espace interdigital -Espace interdigital : Souvent sur une limace -Sole, doigts accessoires Exceptionnelles Evolution/ complications
Evolution/ complications	<ul style="list-style-type: none"> -Cicatrisation : Hyperkératose, gris - brun,

	<p>tissus fibreux épais, cratériforme et sec, en forme de fer à cheval (inversé) -Infiltration périplœique : Excès ou défaut de croissance cornée. Ondulations, seimes. Ulcère de la sole (rare) Nécrose de la corne du talon : Parfois jusqu'à désongulation (rare)</p>
--	--

3) Fourchet ou dermatite interdigitale :

a. Définition du fourchet:

Le fourchet est une infection, aiguë ou chronique, superficielle et contagieuse de l'épiderme sur la peau interdigitale, qui s'étend ensuite aux talons, sans extension aux tissus profonds. (BERRY, 2001/ GREENOUGH, WEAVER, 1997).



Fourchet

b. Nomenclature du fourchet :

Cette affection est encore appelée Interdigital Dermatitis (ID), Dermatitisinterdigitalis. « Dermatite interdigitale contagieuse bovine », « érosion de la corne du talon » ou autrefois : stable foot rot, foot rot et slurryheel. (GREENOUGH, WEAVER, 1997). Pour éviter toute

confusion, on parlera de fourchet ou de dermatite interdigitale pour décrire la maladie, et d'érosion du talon pour décrire « la » lésion du fourchet.

c. Importance du fourchet :

L'affection est très répandue même si elle est souvent ignorée, à la fois dans l'élevage laitier et chez les bovins allaitants. Les femelles hautes productrices seraient plus réceptives. Le retentissement clinique et les pertes économiques sont faibles. Toutefois, le nombre d'animaux atteints au sein d'un élevage est élevé et la maladie prédispose à d'autres maladies podales comme l'hyperplasie interdigitale, le panaris, la dermatite digitale et les complications septiques de l'érosion de la corne du talon. Elle est très souvent associée à la dermatite digitale au sein d'un élevage et sur le même pied. (ANDREWS, 2000)

d. Etiologie et pathogénie du fourchet :

Cette maladie infectieuse résulte de l'action synergique de deux bactéries anaérobies. *Dichelobacter nodosus* érode progressivement l'épiderme déjà fragilisé par les irritations de la peau interdigitale, en restant entre le stratum spinosum et le stratum granulosum, zone peu vascularisée où la bactérie est à l'abri des défenses immunitaires. (EUZEBY, 1998). *Fusobacterium necrophorum* est un germe de contamination de la lésion préexistante. Il s'infiltré dans les tissus sous-cutanés, se multiplie, excrète de la leucocidine qui le protège. Ensuite les deux germes phagocytent les leucocytes, se multiplient et progressent dans les couches épidermiques vers la membrane kératogène, entraînant une pododermatite. Certains auteurs évoquent la responsabilité de spirochètes comme étiologie commune entre le fourchet et la dermatite digitale. (BERRY, 2001/ BLOWEY, DONE, 1995). On distingue deux phases : la première correspond aux étapes de l'infection par les deux germes, la deuxième est une phase de complications en fonction des risques propres à l'élevage. Cette dernière est commune avec la phase II de la fourbure. On peut aussi différencier les étapes de la maladie selon qu'elle soit uniquement lésionnelle, accompagnée ou non de boiterie, sévère ou chronique.

e. Facteurs de risque du fourchet :

. L'hygiène des bâtiments et la saison dans les régions au climat tempéré :

Fusobacterium necrophorum est un bacille GRAM négatif, asporulé, immobile et très polymorphe. Il est hôte normal du tube digestif des ruminants et peut survivre plus de 11 mois dans un milieu humide et froid. Le fourchet est donc étroitement lié à une humidité importante et à de mauvaises conditions d'hygiène : paillage insuffisant, logettes humides, stalles longues, raclages insuffisants.

Dichelobacternodosus est une bactérie parasite obligatoire de l'épiderme podale. Elle est isolée à partir du matériel suintant des lésions de fourchet : la contamination est possible de bovin à bovin par le biais des fèces, lisiers, urines, boues et terres souillées. Un contact direct de pied à pied peut être envisagé et des vecteurs ailés peuvent intervenir dans la transmission, comme des mouches qui voyagent de pieds en pieds.

La saison de pâture est souvent corrélée avec une diminution de la fréquence et de la gravité de l'infection.

.Le rationnement :

Le fourchet peut être aggravé par des déséquilibres alimentaires, en particulier autour du part : rations insuffisamment énergétiques, carences en cuivre, en zinc, en vitamine A. Une supplémentation en zinc permettrait une plus grande résistance de la peau interdigitale.

. Les sols :

Les caractéristiques des sols des bâtiments qui contribuent à augmenter la charge sur les onglons postérieurs sont aussi des facteurs aggravants (marche devant l'auge). (DELACROIX, 2000b)

f. Anamnèse du fourchet :

Même si le signe d'appel du fourchet est une boiterie légère et/ou des piétinements, la plupart du temps il n'y a pas de signe clinique. (GREENOUGH, WEAVER, 1995).

g. Description lésionnelle et évolution du fourchet :

. Localisations :

Les quatre membres peuvent être atteints : les membres postérieurs sont le plus souvent concernés, en particulier dans les stades avancés de la maladie. Par définition, les lésions du fourchet sont sur la corne du bulbe du talon et sur la peau de l'espace interdigital, la face palmaire ou la face dorsale.

.Lésions initiales et cas bénins :

L'affection ne débute pas une inflammation exsudative de la peau interdigitale qui prend vite un aspect grisâtre, suintant, avec une odeur aigrelette caractéristique. Mais la lésion reste superficielle et le pododerme n'est pas atteint. Une hyperhémie peut être détectée en zone interdigitale dorsale ou palmaire. (GREENOUGH, WEAVER, 1995).

Lorsque l'inflammation devient chronique elle progresse vers la corne du talon de la partie axiale vers la partie abaxiale. La corne du talon semble alors grignotée et le fourchet forme des fissures en V plus ou moins profondes. La corne produite est de mauvaise qualité et noirâtre : c'est la lésion d'érosion du talon caractéristique du fourchet.

L'inflammation de l'épiderme perturbe la production de corne en talon, alors que cette même inflammation a tendance à activer la croissance de la corne dans le reste de l'onglon. Il en résulte des lésions secondaires d'excès de corne, d'avantage sur les onglons postéro externes par l'effet de la surcharge qu'ils supportent.

. Cas sévères de fourchet :

Une forme plus agressive de fourchet peut interférer avec la formation de la corne du bulbe du talon. Des fissures, des hémorragies et de la nécrose peuvent atteindre rapidement la corne. Le tissu sous-cutané peut alors subir des surinfections, avec suppuration et exsudation.

. Cas chroniques de fourchet :

L'hyperkératose est caractéristique de la chronicité de la maladie. Elle peut être associée à une érosion de la corne du talon, parfois évolutive et persistante, l'excès de corne de la sole accompagne aussi les formes chroniques.

On peut aussi observer une inflammation chronique de la peau interdigitale, pouvant aboutir à la formation d'un tylome, lésion cependant non pathognomonique du fourchet. Lorsque la bande coronaire est atteinte, des fissures verticales de la muraille peuvent apparaître. Il est difficile de différencier les lésions des formes chroniques de la maladie et certaines lésions de complications (seimes, tylomes). (ANDREWS, 2000).

h. Symptômes et évolution du fourchet :

. Symptômes au stade initial ou cas bénins :

Il n'apparaît pas de boiterie tant que l'érosion du talon n'entraîne pas d'excès de production de corne et des modifications d'appuis sur le pododerme. A ce stade d'ailleurs, la boiterie est inconstante et est plutôt légère. Tout au plus, fièvre ou anorexie ont été signalées. (ANDREWS, 2000).

. Symptômes de la phase de complications, (phase II) :

La boiterie la plus nette apparaît au stade de la cerise, avec un appui conservé, mais les aplombs sont modifiés pour soulager la douleur venant des onglons postéro-externes : on parle de jarrets serrés, ou pieds panards, ou « en danseuse classique ».

Ensuite la boiterie évolue en s'aggravant : au stade de l'ulcère de la sole, le pied est très douloureux, enflé de façon asymétrique. (DELACROIX, 2000b).

Le tylome ne provoque une boiterie que s'il est serré dans l'espace interdigital ou s'il est ulcéré.

i. Diagnostic du fourchet :

Le diagnostic est basé sur l'observation de lésions caractéristiques superficielles de l'épiderme interdigital. *Dichelobacter nodosus* peut être isolé et identifié avec l'emploi d'une technique immuno-enzymatique.

j. Diagnostic différentiel du fourchet :**.Dermatite digitale :**

D'après sa localisation et de par sa coexistence avec la dermatite digitale, il convient de différencier ces deux maladies.

Les principaux éléments diagnostiques sont la sévérité des symptômes, la vitesse de contagion et l'aspect des lésions. La boiterie est plus précoce et plus marquée dans le cas de la dermatite digitale, la contagiosité en est supérieure. Les lésions caractéristiques de la dermatite digitale sont particulièrement évidentes.

Le doute peut toutefois persister lors de stades précoces de fourchet ou de dermatite digitale.

. Dermatite papillomateuse :

Considérée plutôt comme une forme de dermatite digitale, il convient de se rapprocher du diagnostic de celle-ci.

. Panaris, corps étranger dans l'espace interdigital :

Cette maladie peut être associée au fourchet si elle est secondaire à l'une des complications.

On observera alors les deux lots de lésions. Le panaris et la plupart des corps étrangers de l'espace interdigital sont localisés en face médiane ou dorsale. En face palmaire, seules des lésions phlegmoneuses très étendues à la suite de l'évolution d'un panaris peuvent être observées en face dorsale. Les lésions de fourchet débutent en face palmaire et s'étendent vers les bords abaxiaux.

Dans tous les cas, le panaris ou les réactions occasionnées par un corps étranger atteignent le tissu sous-cutané, tandis que le fourchet reste superficiel. L'apparition de la boiterie est systématique, sévère et brutale.

k. Pronostic du fourchet :

Des résolutions spontanées de l'affection sont possibles. L'évolution de la maladie n'est généralement pas dramatique. Ce sont les complications résultant des modifications de croissance cornée qui sont les plus préoccupantes lorsque le stade chronique n'est pas géré. La dermatite digitale et parfois retrouvée simultanément. (GREENOUGH, WEAVER, 1995).

Tableau 7 : Le fourchet : l'essentiel :

Synonymie	Dermatite interdigitale
Importance zootechnique	Très répandu -Atteint les bovins laitiers et de boucherie -Plutôt les vaches laitières hautes productrices
Etiologie	Dichelobacternodosus et Fusobacteriumnecrophorum
Symptômes	-Pas de signes cliniques -Piétinements à boiterie, en général légère et inconstante -Jarrets serrés (membres postérieurs)
Lésions du fourchet	-Peau : Inflammation exsudative Exsudat grisâtre et odeur aigrelette Hyperhémie -Corne (stade chronique) : Aspect « grignoté » = trous à l'emporte-pièce + fissures en V noir = érosion de la corne du talon -Cas sévères : Hémorragies et nécrose de la corne Suppuration possible
Localisations des lésions	-Membres postérieurs surtout -Corne du bulbe du talon -Peau des faces dorsales, palmaires ou interdigitales
Evolution et complications Possibles	Prédispose aux autres maladies podales : -Bascule de l'appui sur le talon -Excès de croissance de la corne (sole et en pince) -Décollement de la sole -Bleimes

	<ul style="list-style-type: none"> -Corne jaune sale -Ulcère de la sole -Ulcère compliqué de la sole -Panaris -Cohabite avec, ou invite la dermatite digitale Dans les cas chroniques : -Hyperkératose du bulbe du talon -Limace -Seimes
--	---

4) La fourbure :

a. Définition :

La pododermatite aseptique diffuse est un syndrome qui résulte d'un processus congestif et inflammatoire, non infectieux, et affectant le pododerme. Elle est multifactorielle et complexe. Ses causes ne sont pas toutes élucidées. Elle se manifeste sous des formes subaiguë, chronique et aiguë, cette dernière étant rare chez les bovins. Cette maladie atteint d'emblée le système circulatoire et la corne du doigt et la manifestation clinique est tardive : ses capacités de guérison sont mauvaises.

(TOUSSAINT-R, 1992).



Fourbure (pododermatite aseptica)

b. Importance :

C'est une maladie très répandue, liée aux systèmes d'élevage intensif. Aujourd'hui, la fourbure expliquerait 85 à 90 % des boiteries des bovins. Or, les boiteries représentent la

troisième cause de réforme dans les élevages. Les bovins atteints des formes aiguës, subaiguës ou chroniques sont des non valeurs économiques. (BONNEFOY, 2002).

c. Facteurs favorisant la fourbure :

Les facteurs de risques sont associés à l'habitat, l'alimentation, aux conditions de vêlage, à la génétique. Ils sont souvent concomitants, synchrones et synergiques. (BONNEFOY, 2002).

.Les facteurs de risques liés à l'habitat et à l'environnement :

De fortes dénivellations et toutes les caractéristiques du bâtiment qui favorisent la stationdebout prolongée et les piétinements augmentent les risques de forme subaiguë de la fourbure: stalles courtes bordées par un caniveau, seuil de logettes élevé (supérieur à 20 centimètres), marche(s) élevée(s) pour accéder à la salle de traite, forte pente de l'aire d'attente, marche devant l'auge, grille inadéquates, aires de couchage inconfortables, nombre de logettes insuffisant... Les animaux sont contraints à reporter leur poids du corps sur les onglons postérieurs durablement et/ou de manière répétée : la surcharge des onglons postéroexternes est gravement accrue.

Les sols glissants, les bétons rugueux, irréguliers ou neufs, non neutralisés, le rainurage trop large ou trop profond sont aussi des facteurs favorisant. Les sols doivent être identiques pour toutes les classes de l'élevage. En effet les changements de lots des génisses ou des vaches vêlées pourront se faire progressivement. Le passage des génisses d'une aire paillée épaisse à une stalle entravée sur caillebotis ou sur du béton abrasif par exemple se traduit par d'importants problèmes. L'appareil suspenseur doit être stimulé en permanence. (BONNEFOY, 2002).

.Les facteurs de risque associés à l'alimentation :

L'équilibre nutritionnel et la gestion des transitions sont les principales causes de la fourbure chez les bovins. L'inadéquation entre les sources énergétiques, azotées et la proportion de fibres totales qui entrent dans la composition du régime est fréquemment rencontrée dans les troupeaux de vaches laitières. L'alimentation des vaches tarées doit également faire l'objet de toutes les attentions, de même celle du troupeau de renouvellement, dès la naissance. (BONNEFOY, 2002).

. Les facteurs de risque associés aux conditions de vêlage, péripartum et infections :

Les femelles en péripartum sont soumises à des stress divers et des modifications physiologiques importantes. Les changements de ration, de lot, de bâtiment dans la période du Vêlage et le vêlage proprement dit sont des stress prédisposant de la fourbure. De plus, le non délivrance, les mammites, les métrites sont autant de sources de sécrétion de toxines vasomotrices qui sont résorbées et qui peuvent secondairement provoquer des fourbures.

Enfin, l'augmentation du poids sur les membres postérieurs et les modifications circulatoires de fin de gestation (masse sanguine utérine, œdème mammaire) favorisent la genèse de la fourbure.

L'incidence maximum des lésions reliées à la fourbure sub-clinique (bleimes de la sole et lelong de la ligne blanche, croissance rapide de la corne de la sole) est observée dans les cents premiers jours après la mise bas, avec un pic entre 20 et 24 semaines post-partum, selon une étude sur des vaches laitières de race frisonne âgées entre 10 et 24 mois. (BRADLEY et al., 1989)

.Les facteurs liés à l'âge :

La même étude démontrait que les lésions de fourbure sub-clinique étaient déjà présentes entre 5 et 10 mois d'âge, même peu graves. (BRADLEY et al. 1989).

. Le parasitisme :

Une affection parasitaire participe à l'affaiblissement de l'animal et de ses capacités hépatiques : elle constitue alors un facteur favorisant de la fourbure mais ne peut induire seul un épisode de fourbure. (BONNEFOY, 2002).

d. Etiologie de la fourbure :

La fourbure est le résultat de troubles du métabolisme, du pododerme et de la couche germinative. On peut reconnaître la fourbure comme l'expression clinique podale de diverses maladies qui ont en commun une anomalie de l'irrigation sanguine du pododerme : ces maladies et leurs facteurs de risque sont décrits plus bas.

La fourbure se développe en deux phases. La phase I est en général progressive et non clinique, sauf dans le cas de la fourbure aiguë, rare chez les bovins, qui est violente et soudaine. La phase II correspond à l'installation d'un cercle vicieux qui occasionne une contusion de la sole et l'apparition de boiteries. (TOUSSAINT- R, 1992).

e. Description lésionnelle et évolution de la fourbure :

Le tableau lésionnel diffère suivant la forme de la fourbure et la phase d'évolution. Dès la phase I, les lésions du pododerme laissent des cicatrices indélébiles dans la corne. La plupart du temps, l'atteinte mécanique du pododerme apparaît alors que les causes initiales de la fourbure ont disparu.

Plus tardivement, les imprégnations pigmentaires sont visibles le long de la ligne blanche ou dans la corne de la sole et du talon : ces tâches rouges sombres font alors surface et sont décelables au cours d'un parage sur l'animal vivant. (TOUSSAINT-R, 1992).

f. Symptômes et évolution de la fourbure :

Les symptômes et leur intensité diffèrent suivant la forme de la fourbure.

. Les symptômes de la fourbure aiguë :

L'animal présente une hyperthermie souvent importante, de l'ordre de 39,5-40°C, couplée à une augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire et de l'anorexie. Il exprime une douleur particulièrement intense : il refuse systématiquement tout déplacement, piétinements, reste couché la plupart du temps, parfois en décubitus latéral complet. Le relever est extrêmement laborieux et souvent associé à un passage par la position « en prière ». (BONNEFOY, 2002).

. Les symptômes de la fourbure subclinique :

Bien que l'installation des lésions de la fourbure subclinique s'installe indubitablement, les symptômes sont absents. Seule une boiterie apparaît tardivement au stade des complications de pododermatite septique, de cerise (l'ulcère de la sole provoque une boiterie beaucoup plus sévère en pince qu'à l'endroit typique), lors de l'entrée d'un corps étranger dans la ligne blanche, ou lors de l'infection des structures profondes du pied. Elle est découverte à l'occasion d'un parage préventif :

On observe des bleimes minimales diffuses dans la corne de la sole et de la ligne blanche.

(TOUSSAINT-R, 1992).

. Les symptômes de la fourbure chronique :

D'évolution lente, la fourbure chronique est très fréquente chez la vache laitière. Les lésions sont visibles avant l'apparition des symptômes qui sont, par définition, discrets ou absents.

L'animal présente progressivement des défauts d'aplombs liés à la pousse anarchique de la corne, ou bien des complications septiques. Les vaches atteintes deviennent des non-valeurs économiques.

La posture d'une vache dont les onglons postéro-externes ont acquis la forme caractéristique de la fourbure chronique correspond à des jarrets serrés, vue de derrière. Les faces palmaires des deux membres semblent rapprochées et leurs faces dorsales s'écartent. A l'échelle d'un seul membre, le poids du corps est reporté sur l'onglon interne. Un inconfort marqué et une douleur s'ensuivent automatiquement et s'aggravent au fur et à mesure que les lésions de complication se développent.

(BONNEFOY, 2003).

g. Diagnostic de la fourbure :

Les signes d'appels sont soit une boiterie plus ou moins sévère, soit une ou plusieurs lésions caractéristiques découvertes au hasard d'un parage préventif, dans un contexte d'élevage intensif de vaches laitières hautes productrices le plus souvent.

Les symptômes et lésions dépendent de la forme de fourbure : aiguë, chronique, subaiguë ou subclinique, et de la phase de la maladie : phase I discrète ou violente, ou phase II, compliquée ou non.

Ainsi, la forme subclinique, ne présente par définition aucune boiterie. Seules des hémorragies diffuses et minimales sont visibles dans la sole, de l'onglon externe du membre supérieur surtout, proche de la ligne blanche.

La forme subaiguë apparaît typiquement dans les deux mois qui suivent le vêlage. Elle n'est pas aiguë mais pas encore chronique. La boiterie n'est pas franche : le bovin adopte une démarche « hésitante », mais les onglons ne sont pas encore déformés. Lorsqu'on lève le pied, la corne de la sole et de la ligne blanche est décolorée en jaune et rouge (couleurs qui trahissent les troubles de l'irrigation qui ont eu lieu au moment du vêlage). Ces lésions atteignent surtout les onglons externes des membres postérieurs. Cette forme peut atteindre le troupeau et à tout âge. Des hémorragies peuvent être retrouvées sur les onglons internes des membres antérieurs. Un décollement complet de la sole peut être observé chez les génisses après leur premier vêlage. L'ulcère typique de la sole peut apparaître à ce stade. Dans ce cas, il est lié directement à une ischémie et une grave hémorragie à l'endroit typique au cours de la phase I, plutôt qu'à la contusion de la sole due à la déformation de l'onglon en phase II, puisqu'il n'y a pas encore d'excès de corne. (BONNEFOY, 2003).

La fourbure aiguë :

Est soudaine et forte. Le fait que bon nombre de génisses d'un élevage présentent les symptômes est un bon signe d'appel. L'état général est affecté et la boiterie est très marquée : il est impossible à l'animal de se tenir debout et de marcher. La fourbure atteint les onglons des membres postérieurs et antérieurs. Tous les onglons peuvent être malades en même temps. La percussion des onglons est douloureuse. Aucune déformation ou lésion de la corne n'est contemporaine de la boiterie soudaine (phase I) : les hémorragies de la corne seront observées plus tard (une soixantaine de jours après l'épisode aigu). (TOUSSAINT-R, 1992).

La fourbure chronique :

Elle peut faire suite à un épisode de fourbure aiguë qui ne sera pas passé inaperçu à l'éleveur. On retrouve les symptômes discrets et les lésions de la fourbure subaiguë, mais en phase II plus avancée. Ainsi la production de corne est excessive, l'onglon externe des membres postérieurs est plus haut que les onglons internes, la forme de l'onglon fourbu et les aplombs sont caractéristiques : muraille concave, fortement striée et longue en pince, la sole convexe, le sabot est plus large et plus long. Les membres postérieurs sont « fermés de l'arrière » ou panards, les jarrets serrés comme une danseuse classique en deuxième position.

Les lésions d'aggravation peuvent y être associées le jour du diagnostic : tyloma, ulcère simple de la sole et cerise, ulcère compliqué de la sole à l'endroit typique, décollement de la ligne blanche, ténosynovite, arthrite, rupture du tendon fléchisseur profond. (BONNEFOY, 2002).

A5) Pododermatite traumatique septique :

a. Définition :

Longtemps appelée « clou de rue », c'est une affection qui est d'abord connue chez le cheval.

C'est une inflammation superficielle purulente du pododerme consécutive à un traumatisme externe : le plus souvent un objet contondant métallique (clou, fil de fer), mais aussi gravier, débris de verre, molaire. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

a. Importance :

L'affection est sporadique dans les élevages et accidentelle. La gravité dépend de la nature du corps étranger, de la profondeur de la lésion et de son ancienneté.

Le plus souvent de bon pronostic, la pododermatite peut être compliquée par une infection profonde de l'articulation inter-phalangienne distale, des tendons fléchisseurs ou encore de la troisième phalange. Dans ce cas le pronostic est plus réservé et plutôt sombre en l'absence d'un traitement chirurgical. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

a. Etiologie et facteurs favorisant la pododermatite traumatique septique :

L'origine est traumatique. La corne de la sole est transpercée par le corps étranger qui est accompagné de débris et de germes dans son trajet dans l'onglon. Par conséquent, il apparaît toujours une infection purulente et nécrotique des tissus lésés. L'exsudation purulente qui se forme reste piégée dans le sabot sous forte pression : d'où une forte douleur, provoquant une boiterie.

L'accident traumatique est favorisé par :

-Une sole trop mince (soit par excès d'usure, soit par excès de parage). Les bétons neufs favorisent l'abrasion de la corne de la sole s'ils ne sont pas neutralisés.

-La présence de corps étrangers sur les chemins empruntés par les animaux ou dans les stabulations. C'est le cas des terres meubles et souvent humides : les pieds des animaux s'y enfoncent profondément, favorisant l'entrée de corps étrangers vulnérants présents dans ces terrains. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

b. Lésions de la pododermatite traumatique septique :

Les lésions dépendent de la localisation de la pénétration du corps étranger. A l'examen externe du pied il n'y a, le plus souvent aucune inflammation. Cependant, si l'examen est tardif, le pus peut avoir diffusé vers la couronne et/ou le paturon : un gonflement est alors visible.

Après avoir levé le pied, il ne faut pas manquer le point d'entrée très discret du corps étranger, qui se matérialise souvent par un petit point noir de la taille inférieure au cas d'une aiguille à coudre (souvent en pince). Au mieux, ce sont des petites fissures dans la ligne blanche qui retiennent l'attention.

Le trajet du corps étranger aboutit à une poche de pus sous pression, gris-rose à l'odeur fétide (le pus sort sous pression dès l'ouverture de la logette, sous forme de bulles). L'odeur souvent perçue suggère une activité bactérienne anaérobie.

Les cavités nécrotiques peuvent être étendues, le décollement de la corne de la sole peut être étendu : l'ensemble de la sole peut être décollé (onglon dessolé). (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

c. Symptômes :

La pododermatite traumatique septique se manifeste toujours par une boiterie d'apparition brutale et sporadique dans le troupeau. La boiterie est généralement sans appui, car la douleur est intense. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

d. Diagnostic :

L'utilisation d'une pince à douleur est recommandée afin de localiser la zone lésée à parer. Un parage minutieux avec le couteau anglais doit alors suivre en profondeur le trajet du corps étranger, depuis la trace noire en surface de la sole, sur toute sa profondeur, jusqu'à ce que la logette purulente soit ouverte. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

e. Diagnostic différentiel de la pododermatite traumatique septique :

La pododermatite traumatique septique, non compliquée ne doit pas être confondue avec :

- Une fracture de la phalange : les lésions osseuses radiographiques permettent le diagnostic différentiel.

- Un panaris : la boiterie est aussi marquée et d'apparition aussi brutale. Cependant la localisation des lésions est bien différente : elles concernent la peau de l'espace interdigitalet non la corne de la sole ou le podophylle.

- Un ulcère de la sole : la localisation des lésions observée est rarement identique entre les deux affections : l'ulcère de sole n'apparaît qu'en région typique, alors que les corps étrangers pénètrent plutôt en pince ou dans la ligne blanche. De plus, une bleime précède l'ulcère et l'évolution est lente, avec une boiterie peu marquée, en tout cas en début d'évolution.

-Une arthrite : la boiterie est sévère et sans appui. Les tissus du pied sont davantage inflammatoires dans ce cas.

Tableau 8: la pododermatite traumatique septique : l'essentiel

Définition	Inflammation superficielle purulente du pododerme
Fréquence	Sporadique et accidentelle
Etiologie	Introduction d'un corps étranger dans la sole
Symptôme	Boiterie sans appui soudaine d'un seul membre
Lésions	Petits points noirs sur la sole : en pince ou le long de la ligne blanche Trajet traumatique qui aboutit à une poche de pus sous pression Décollement de la sole possible
Evolutions et complications possible	Gonflement du paturon en phase tardive Fistule dans la couronne possible Infections profondes : ostéite, arthrite, abcès rétro articulaire

A6) Maladie de la ligne blanche :

a. Définition :

La maladie de la ligne blanche est caractérisée par une désintégration du tissu fibreux à la jonction entre la sole et la muraille et par la pénétration de débris à cet endroit. En général, une hémorragie locale est associée. Certains auteurs distinguent la maladie de la ligne blanche suivant qu'elle soit localisée au niveau du talon (régions 3 et 2*) ou de la pince (région 1*), mais le processus pathologique est le même. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

* selon le schéma de la face solaire (Planche 11).

b. Importance :

C'est une maladie reconnue comme une des causes majeures de boiterie, en particulier dans les troupeaux logés en stabulation et nourris avec une ration à base de glucides

rapidement fermentescibles, mais les incidences diffèrent selon les études et les pays. Les signes associés sont discrets mais les complications sont de mauvais pronostic. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

c. Etiologie et pathogenèse :

Sous un onglon normal, la ligne est blanche est souvent souillées par des débris qui viennent s'y incruster. Cependant, lorsque cette jonction est anormalement tendre, les corps étrangers s'enfoncent plus profondément et peuvent gagner le vif et provoquer des abcès. Si un abcès purulent s'établit, la pression et l'inflammation provoque la douleur et la boiterie. Par la suite, l'abcès s'étend et la corne est peu à peu séparée de la couche kératogène par du matériel purulent.

Les complications sont par la suite identiques à celles qui apparaissent lors de pododermatite septique traumatique : diffusion de l'inflammation vers la bande coronaire, fistules, arthrite septique de l'articulation inter-phalangienne distale après avoir infecté la bourse naviculaire. L'érosion du processus flexueux de la troisième phalange et la nécrose du tendon fléchisseur profond sont des lésions courantes de complication. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

d. Facteurs favorisant la maladie de la ligne blanche :

Plusieurs facteurs environnementaux et pathologiques interviennent dans l'apparition de la maladie de la ligne blanche :

- Surfaces dures
- Corne anormalement molle
- Malformations des onglons
- Fourbure : la fourbure sub-clinique favorise la disjonction de la ligne blanche à cause de hémorragies locales.
- Marche sur de longues distances en pâtures
- Conditions très humides pendant la première lactation. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

e. Symptômes de la maladie de la ligne blanche :

En phase précoce, l'animal ne boite pas et la disjonction de la ligne blanche s'observe lors d'un parage.

La boiterie apparaît lorsque l'infection est en place. L'animal reporte son appui sur l'onglon interne du ou des pieds atteints : le membre est en abduction. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

f. Lésions de la maladie de la ligne blanche :**-Localisation:**

Les deux onglons externes des membres postérieurs sont le plus communément atteints.

-Stades précoces :

A l'examen de l'onglon, après avoir levé le pied, la percussion et la pression mettent en évidence une douleur locale. De plus, l'onglon est légèrement plus chaud que la normale à franchement chaud et douloureux selon la gravité.

-Stades tardifs :

Lorsqu'une infection a gagné la bourse naviculaire, l'engorgement du talon peut être visible parfois : il est alors palpable par des mains exercées. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

g. Diagnostic de la maladie de la ligne blanche :

Le parage fonctionnel préalable est obligatoire avant d'objectiver la maladie. Bien souvent une couche de corne en excès masque le site de la lésion. Toutes les zones noirâtres doivent être explorées et curées. La pince à onglon (application de pressions) et la palpation à différents endroits de la boîte cornée ainsi que les tissus mous du pied sont utiles pour localiser la douleur.

(GREENOUGH, WEAVER, 1997).

h. Diagnostic différentiel de la maladie de la ligne blanche :

A l'image de la pododermatite traumatique septique, la maladie de la ligne blanche doit être distinguée de :

-la fracture de la phalange distale

-l'ulcère de la sole et autres perforations ou meurtrissures de la sole. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

i. Pronostic :

Comme dans le cas de la pododermatite septique : le pronostic est bon tant que les parages fonctionnels et curatifs peuvent être pratiqués précocement et qu'aucun corps étranger ne s'insère durablement en profondeur. (GREENOUGH, WEAVER, 1997).

Tableau 9: la maladie de la ligne blanche : l'essentiel

Définition	Désintégration du tissu fibreux de la jonction sole/muraille et pénétration de débris et de germes
Etiologie	Fourbure Longues marches Sols inadaptés
Symptômes	Boiterie uniquement lorsque l'infection est en place, Appui sur l'onglon interne le plus souvent (membre en abduction)
Lésions	Onglon postéro-externe surtout Douleur locale à la pression ou à la percussion Chaleur du doigt possible Excès de corne en face solaire Bleimes diffuses et/ou localisées (zones 1 et 5) Ligne blanche large et noire, voire ouverte
Evolution ou complications	Nécrose du tendon fléchisseur Fistules Ostéite et érosion du processus flexueux de la troisième phalange Abscessus rétro-articulaire Arthrite de l'articulation inter-phalangienne distale

A7) Affections de la paroi de l'onglon :

. Seime ou fissure verticale de la boîte cornée :

a. Définition de la seime :

La seime ou fissure longitudinale de la paroi de l'onglon peut être définie comme une solution de continuité de la muraille de l'onglon, perpendiculaire à la couronne. Elle est la conséquence d'une atteinte de la corne inter-tubulaire et est plus ou moins étendue vers le bas. (GREENOUGH, 2001).

On distinguera alors les seimes partielles et les seimes totales. Du point de vue de leur profondeur, la seime est superficielle si elle n'intéresse que la couche cornée externe de la paroi, elle est profonde si le podophylle est atteint.

b. Importance de la seime :

Les lésions de la couronne sont relativement rares, mais les lésions de la muraille sont plus fréquentes. Les seimes affectent la plupart des races bouchères et s'observent le plus

fréquemment à la fin d'un été sec. Il semble que les animaux âgés de 7-8 ans soient les plus atteints. (GREENOUGH et al., 1983).

c.Étiologie et pathogenèse de la seime :

Il existe principalement deux causes à l'origine des seimes : la dessiccation et le traumatisme.

La dessiccation est liée à des facteurs climatiques et dépend des régions et des modalités de pâturage. La chaleur et la sécheresse sont des facteurs favorisants. Elle provoque une dégradation directe de la couche cornée externe de la muraille et la désunion de la corne proviendrait d'une contrainte en porte à faux appliquée de l'extérieur lors de la marche.

Les traumatismes externes violents peuvent provoquer des fissures sur des ongles prédisposés, ou bien des traumatismes du chorion coronaire. Une atteinte primitive de la production de corne peut être en cause, suite à des troubles métaboliques et/ou infectieux aigus. (GREENOUGH et al., 1983).

d.Lésions et symptômes de la seime :

Les fissures longitudinales de la muraille apparaissent davantage sur les membres antérieurs que sur les membres postérieurs. Certains auteurs distinguent deux formes différentes de fissure verticale de la paroi : fissure de la couronne et fissure de la muraille.

Les fissures de la couronne sont souvent très fines et discrètes et peuvent être cachées par la boue et les excréments. En général, cette lésion a peu d'importance (seime superficielle), sauf si le chorion coronaire s'infecte ou si le podophylle est atteint (seime profonde) ; il apparaît alors une boiterie, témoin d'une douleur localisée, et un érythème au-dessus de la couronne parfois.

La fissure de la muraille est fréquente et souvent bien visible. Cependant elle occasionnera rarement des boiteries. Le risque est l'introduction des petits corps étrangers jusqu'à la corne molle de la couronne et son infection. (GREENOUGH et al., 1983).

e.Diagnostic de la seime :

Les lésions de la muraille sont évidentes. Lors de boiterie, il est recommandé d'explorer l'ongle avec une pince, voire de sonder avec une canule en cas d'infection pour rechercher une fistule ou l'étendue des tissus de granulation.

Les lésions de la couronne sont moins visibles ; pour cette raison il est recommandé de presser au doigt toute la région de la couronne à titre d'examen systématique des ongles. (GREENOUGH, 2001).

f. Diagnostic différentiel de la seime :

Le diagnostic de la seime est facile, il convient juste de considérer l'étendue de celle-ci, si elle fait souffrir et si elle semble surinfectée.

. Seime cerclée ou fracture horizontale de la muraille :**a. Définition :**

La seime cerclée est une solution de continuité de la paroi de l'onglon parallèle à la couronne.

b. Anamnèse :

La maladie est sporadique. (GREENOUGH, 2001).

c. Etiologie et pathogenèse :

Dans les formes graves, où la corne est fissurée, on met la maladie en relation avec des troubles métaboliques, des affections fébriles aiguës, des métrites, des mammites, la fièvre aphteuse quelques mois plus tôt, ou bien des antécédents de marche sur des sols durs par temps chaud. Le sillon observé correspondrait à une production insuffisante de corne périplœique pendant la durée du trouble. (GREENOUGH, 2001).

b. Lésions :

-Localisation : Tous les onglons peuvent être affectés.

-Description lésionnelle : On observe un sillon sur la corne de la muraille, proximale par rapport à la couronne, qui gagne le milieu de la muraille après plusieurs mois d'évolution.

En cas d'hypokérotogenèse importante le sillon peut se fendre sur toute sa longueur et la partie distale de la corne de l'onglon n'est plus fixée que par les lamelles. A l'examen de la face palmaire on observe que la fissure de la muraille est plus importante en talon où des graviers et des pierres se logent. La forme bénigne ne consiste qu'en un ou plusieurs sillons profonds parallèles à la couronne, sans formation de fissure. (GREENOUGH, 2001).

-Lésions de complications : La face plantaire est exposée aux corps étrangers qui s'insèrent dans la zone de production insuffisante de corne périplœique. Ceux-ci peuvent provoquer des lésions de pododermatite nécrotique chronique. (GREENOUGH, 2001).

c. Symptômes liés à une seime cerclée :

La boiterie n'apparaît que tardivement, après de longs mois, lorsque la fissure de la muraille gagne la partie distale de l'onglon et que la pointe n'est plus fixée que par les lamelles du pododerme. La corne isolée devient mobile lors de la marche et provoque de la douleur. Dans le cas de la forme bénigne, aucune boiterie n'apparaît. (GREENOUGH et al., 1983).

d. Diagnostic de la seime cerclée :

L'observation de la fissure dans la muraille est visible avant l'apparition de la boiterie. Seule une exploration régulière des onglons peut permettre le diagnostic avant l'apparition de la boiterie.

En phase tardive la boiterie avec appui apparaît sur le membre atteint et le morceau de corne est visible à l'extrémité de l'onglon. Ce morceau peut disparaître au gré de la croissance cornée et la lésion peut ainsi parfois passer inaperçue. (GREENOUGH et al., 1983).

e. Diagnostic différentiel de la seime cerclée :

Comme le diagnostic de la seime, le diagnostic de la seime cerclée est facile. La profondeur de la fissure doit être inspectée afin d'immobiliser l'onglon en cas de rupture complète de la boîte cornée.

A8) Lésions de la sole :**. Ulcère de la sole :****a. Description :**

Il est décrit comme une solution de continuité dans la corne à l'endroit typique de la sole, bordée par une corne décollée. Le pododerme réagit en produisant une corne qui recouvre peu à peu la lésion. Les ulcères de la sole sont donc fréquemment recouverts par une épaisse couche de corne irrégulière (Photographies 78 à 84).



Ulcère de la sole (Pododermatite circonscripta)

b. Hypothèses diagnostiques :

Hypothèses diagnostiques Complication d'un fourchet grave (phase II) Complication d'une fourbure subaiguë Atteinte des tissus profonds du pied : Arthrite septique Ostéite Pododermatite profonde... Pododermatite septique Dermatite digitale Ulcère de la sole toute zone confondue Dermatite digitale ectopique Eléments différentiels Maladie diagnostiquée ou non auparavant 1 mois d'évolution Absence de parage corrigeant l'excès de corne Evolution ancienne Absence d'appui.

Tableau 10 : Hypothèses diagnostiques liées aux lésions podales ulcératives :

Lésions	Hypothèses diagnostiques	Eléments différentiels
Ulcères de la sole endroit Typique	Complication d'un fourchet grave (phase II) Complication d'une fourbure Subaiguë	Maladie diagnostiquée ou non auparavant 1 mois d'évolution Absence de parage corrigeant l'excès de corne
Ulcère de la sole, écoulement purulent verdâtre et gonflement du canon et/ou du paturon	Atteints de tissus profonds de pied : Arthrite septique Ostéite Pododermatite profonde	Evolution ancienne Absence d'appui
Ulcère nummulaire sur la corne du bulbe du talon	1) Pododermatite septique	1) Le parage révèle un trajet fistuleux qui termine en talon
	2) Dermatite digitale	2) Absence de trajet fistuleux Absence d'infection profonde du doigt
Ulcère de la sole toute zone Confondue	Dermatite digitale ectopique	

•Absès de la sole ou ulcère compliqué de la sole

Appelé aussi « lésion du clou de rue », l'abcès de la sole est la lésion de la maladie appelée : « pododermatite traumatique septique ». L'abcès de la sole provoque une boiterie sévère d'apparition brutale. Un point noir, même discret, peut témoigner de l'abcès de la sole, découvert après parage fonctionnel, puis curatif. Il est toujours associé à un décollement de corne, jusqu'à un « dessolement total ». Le pododerme est rarement atteint.



Absès de la sole (Pododermatite septique)

•Absès de la sole ou ulcère compliqué de la sole :

Appelé aussi « lésion du clou de rue », l'abcès de la sole est la lésion de la maladie appelée: « pododermatite traumatique septique ». L'abcès de la sole provoque une boiterie sévère d'apparition brutale. Un point noir, même discret, peut témoigner de l'abcès de la sole, corne,

A9) Les anomalies des onglons :

Les déformations des onglons peuvent être liées à des anomalies congénitales ou à des anomalies chroniques qui atteignent les cellules de la couche germinative. Il peut s'agir de la forme de l'onglon dans son ensemble, ou bien de l'aspect de la muraille.

Une conformation anormale acquise peut se manifester du bout de plusieurs mois ou de plusieurs années. Le facteur favorisant peut s'extérioriser jusqu'à ce que l'animal devient assez lourd pour mettra l'épreuve les éléments les plus faibles des onglons et faire apparaître ainsi la lésion.

On peut distinguer :

- **Les onglons en bec** : la muraille dorsale est concave de la couronne à l'extrémité de l'onglon.
- **Les onglons incurvés en spirale (en tire-bouchon)** : la corne subit une déviation vers le dedans dans une direction du plan axial.
- **Les onglons concaves ou flexiforme (en ciseaux)** : c'est un développement excessif des deux onglons qui se superposent.
- **Les onglons normaux, allongés** (manque d'usure), a gros talon ou minces (excès d'usure). (MAHIN, ADDI, 1982)

B. Boiteries hautes :

C'est l'ensemble d'affections qui touchent les différentes structures des membres en dehors de celles de la portion digitale. Elles ont plusieurs origines parmi lesquelles :

B1) Fracture :

Les fractures typiques du corps métatarsiens/métacarpiens sont très fréquentes et comptent pour 50% des fractures des os longs chez l'adulte. Mais tous les os du corps peuvent se fracturer (tibia, fémur...) le diagnostic est souvent évident car il y'aura une déviation anormale. Généralement, l'abattage d'urgence est la meilleure solution pour l'animal atteint.

B2) Luxation :

- Luxation de la hanche : représente 80% des cas . elle est le plus souvent la conséquence d'une blessure secondaire a une chute, par exemple au cours des chaleurs ou survient après un vêlage difficile.
- Luxation sacro-iliaque : après une dystocie (foetus gros).

- Luxation ou subluxation de la patelle (rotule) : par hyper extension a la suite es chevauchement ou marche dans la boue.

La conduite à tenir devant un cas de luxation : l'animal doit être reformé.

B3) Affections nerveuses :

Ce sont des atteintes traumatiques des nerfs innervant les membres tels que les quatre principaux nerfs (obturateur, sciatique, péronier et tibial) pour les membres postérieurs, et surtout le nerf radial pour les membres antérieurs. Elles apparaissent généralement après un vêlage dystocique, une fracture du bassin, une chute ou suite a un décubitus latéral prolongé. Si on a une rupture totale des nerfs, la réforme est de règle.

B4) Les arthropathies :

a. Les arthrites septiques :

Les arthrites font suite a des maladies des pieds (au niveau des onglons ou du boulet suite a un panaris ou un phlegmon), a des traumatismes (barbelés ou instruments agricoles), des plaies de décubitus, des tarsites (inflammation en région du jarret) ou a des infections pulmonaires, mammaires et utérines, et a des maladies infectieuses générale (brucellose). Elles sont souvent septiques et suppurées d'origine bactérienne dans une majorité des cas. Les germes les plus courants sont *Corynebacterium pyogène* (responsable d'arthrite purulente), *Pasteurella sp*, ou *Mycoplasmasp*. Elles se développent a partir de plaies pénétrantes, par extension a partir des tissus adjacents ou par voie hématogène. Chez l'animal adulte, les traumatismes directs sont plus fréquents (lacération, corps étranger) mais chez les veaux, ce sont surtout des infections systémiques (infection ombilicale, pneumonie, diarrhée).

.Symptômes :

L'articulation affectée par l'arthrite est enflée, chaude, et très douloureuse. Le bovin diminue, voir supprime généralement l'appui du membre atteint au sol ; il peut avoir de la répugnance à se déplacer et à se relever. Les principales articulations affectées sont : le grasset, le jarret, le carpe ou les articulations des doigts.

Dans les cas chroniques d'arthrite, une ankylose peut s'installer, réduisant l'amplitude des mouvements articulaires au niveau de l'articulation affectée. Des complications

secondaires cardiaques sont possibles par pyohémie (transports par voie sanguine des agents infectieux de l'articulation au cœur).

. Traitement :

Il faut signaler que le pronostic est généralement réservé même si le traitement est précoce, il est souvent décevant.

Une antibiothérapie par voie générale, à forte dose, doit être poursuivie pendant là 4 semaines. Un anti inflammatoire peut être utilisé en début de traitement si l'animal présente de la fièvre ou des signes de douleur importante. De plus il faut pratiquer un lavage de l'articulation afin d'éliminer le pus, les débris inflammatoires et les bactéries présentes mais également afin de décompresser l'articulation enflée pour soulager l'animal.

En cas de lésions articulaires importantes, et du fait du curetage des surfaces articulaires, il est conseillé d'induire une ankylose de l'articulation affectée en immobilisant celle-ci dans une résine pendant plusieurs semaines.

B5) Les arthroses :

Elles peuvent être primaires (origine mal connue, parfois héréditaire) ou secondaires (complication d'un traumatisme ou d'infection). L'arthrose par définition est une dégénérescence chronique du cartilage articulaire avec épaissement de la capsule articulaire et formation d'ostéophytes périphériques. Ce sont les articulations participant au soutien du poids du corps (hanche, grasset, jarret) qui sont le plus souvent touchées, de façon généralement bilatérale.

. Symptômes :

Une boiterie apparaît insidieusement puis persiste. Elle peut se manifester pendant des années. L'animal peut présenter une démarche raide ou un traînement des onglons. L'articulation atteinte n'est pas toujours très enflée, elle peut le devenir du fait de la formation d'un excès de tissu fibreux. La maladie s'accompagne souvent d'une grande douleur lors des déplacements et d'un refus à avancer ou à se coucher. Le pronostic est toujours réservé.

. Traitement :

Il n'existe pas de traitement permettant de guérir l'arthrose. L'abattage précoce est souvent conseillé.

B6. Les affections musculo-tendineuses :

a. Les myosites ;

Ce sont des affections caractérisées par une inflammation du tissu musculaire.

.Etiologie :

Elles peuvent être dues à : un traumatisme direct d'un muscle (déchirure musculaire), à une atteinte parasitaire (sarcosporidiose ou suite à la migration des larves d'*Hypoderrnabovis*) ou à une infection bactérienne (cas du charbon symptomatique). Des abcès peuvent se former dans les muscles à la suite de traumatismes externes ou à la suite d'une contamination par voie sanguine. Des streptocoques, des staphylocoques et *fusobacteriumnecroforums* sont les agents les plus fréquemment impliqués. Ces abcès provoquent une boiterie variable et une déformation plus au moins prononcée selon leur taille et leur localisation au niveau de la musculature du membre.

.Symptômes :

Une myosite aiguë s'accompagne d'une boiterie sévère, d'une enflure des masses musculaires affectées, ainsi que la douleur et chaleur à la palpation des muscles. Lors de myosite parasitaire, on n'observe généralement pas de boiterie. Une myosite chronique se traduit par une atrophie musculaire.

. Traitement:

Pas de traitement.

B6) Les ruptures musculo-tendineuses :

Elles correspondent à des déchirures des fibres musculaires ou des faisceaux des fibres tendineuses. La rupture des fibres peut être complète ou incomplète.

. Etiologie :

Les ruptures musculo-tendineuses surviennent consécutivement à des mouvements incoordonnés violents ou, parfois, à un exercice excessif. La rupture tendineuse peut être d'origine traumatique ou infectieuse suite à une nécrose du tendon (la plus fréquente est celle des tendons fléchisseurs des doigts en région métatarsienne).

.Symptômes :

Une boiterie soudaine apparaît avec un gonflement variable dans la zone de rupture. Le gonflement initial est mou, chaud et fluctuant, non douloureux. Il augmente ensuite de volume et devient plus ferme et assez douloureux.

En cas de rupture bilatérale complète, l'animal ne peut se tenir debout ; il se retrouve en position semi assise, en appui au niveau des postérieurs sur la face plantaire des jarrets, des canons et des doigts.

.Traitement :

En cas de rupture incomplète, aucun traitement n'est nécessaire, sinon le repos complet (1 à 2 mois) dans un petit box équipé d'une litière molle. La guérison est lente et se produit par fibrose des fibres rompues.

Lors de rupture complète et bilatérale de la corde du jarret, l'abattage précoce est conseillé afin d'éviter des souffrances inutiles et d'assurer la qualité de la carcasse.

Diagnostic :**a. Anamnèse et commémoratifs :**

Il convient de toujours se renseigner dans quel contexte le bovin est atteint, quel est le signed'appel de l'éleveur et le motif de visite du vétérinaire. Ainsi, la boiterie sera la plupart du temps le motif d'appel du vétérinaire ou du pareur.

Cependant, les maladies podales peuvent être observées à l'occasion d'une visite courante. Le suivi de reproduction par exemple, ou toute visite de troupeau, sont propices à la découverte d'anomalies de posture, de démarche ou de déformations des membres. De plus, le pareur peut se déplacer dans le cadre d'un traitement préventif de tout ou d'une partie d'un troupeau et découvrir les maladies au fur et à mesure de l'approche des animaux et des commentaires de l'éleveur.

Avant tout examen, il faut analyser et se renseigner sur l'élevage dans son ensemble :

-Type de production : production laitière ou viande, niveaux de production, races et lignées génétiques.

-Type de rationnement : fourrages, ensilages et conservations, concentrés et mode de distribution.

-Habitat : logettes, stabulation libre, quantité et fréquence du paillage, du curage et de la désinfection des locaux, qualité des sols, jeunesse des bétons, rainurages, marches devant les auges, marches dans les voies d'accès à la salle de traite.

-Saison et contexte climatique lors de l'apparition de la maladie : mise à l'herbe sur une pâture au sol boueux, présence de pierres coupantes, sécheresse extrême et végétation dure et sèche dans les pâtures, travaux en cours, stabulation en plein hiver avec surpopulation...

-Statut sanitaire du troupeau : présence de dermatite digitale dans les troupeaux, entrée d'animaux, diagnostic de coryza gangreneux, de maladie des muqueuses, fièvre aphteuse dans le pays, dans le département...

Ensuite, les critères suivants sont très utiles à la démarche diagnostique :

-Quel est le signe d'appel ?

- Evolution : brutale ou progressive, discrète, chronique, par crises ?
- Y a-t-il des répercussions zootechniques ? Chute importante ou légère baisse de production laitière, jeune bovin « qui ne profite pas ».
- L'éleveur a-t-il remarqué une atteinte de l'état général de l'animal atteint ? Laquelle ?,

En gardant ces renseignements à l'esprit, on peut s'intéresser à l'animal.

b. Examen à distance : statique et dynamique :

L'expérience de l'observateur permettra de déceler toute anomalie de posture, de démarche ou de comportement du bovin étudié (Photographies 14, 15).

Les défauts de position des membres sont variables. L'animal peut présenter des membres postérieurs et antérieurs rapprochés alors que le dos est voussé, deux membres peuvent être croisés ou écartés, un des membres peut encore être en abduction ou en adduction par rapport à son homologue.

Un animal qui reste souvent couché, qui refuse de se déplacer vers l'auge, un relever difficile, manifeste une douleur particulièrement intense.

Certaines positions permettant d'atténuer la douleur en région podale peuvent être notées, comme l'attitude « en prière » où l'animal repose sur ses carpes (Photographies 20 à 28).

c. Examen clinique général :

La température, la couleur des muqueuses sont relevées, l'examen de l'appareil cardiorespiratoire et de l'appareil digestif est pratiqué sur l'animal avant ou après l'examen des pieds. Il est recommandé de pratiquer cet examen avant la levée des pieds, car l'animal risque de perdre patience avant que l'ensemble de l'examen soit terminé.

L'examen clinique permet de déceler et de caractériser une éventuelle atteinte systémique qui pourra être reliée aux lésions observées sur les pieds. Pour la plupart des maladies podales qui seront diagnostiquées, l'animal est en bon état général, seuls les retentissements du type baisse d'appétit, perte d'état corporel et chute des productions auront été rapportés dans la première étape de la démarche diagnostique. Cependant, l'examen clinique sera indispensable en cas d'hypothèses diagnostiques incluant une maladie légalement réputée contagieuse ou une maladie d'importance économique.

d. Examen rapproché : aplomb et position des membres :

Il est important d'examiner soigneusement le pied et l'espace interdigital avant de le lever (Photographie 16).

La face dorsale des pieds notamment, n'est pas visible une fois le pied levé. Ainsi, des modifications de volume, des lésions digitales peuvent révéler un panaris ou une maladie de

Mortellaro qui ne sera pas toujours visible depuis la face palmaire. Cet examen est nécessaire mais non suffisant, il faudra toujours suivre la conduite décrite dans le paragraphe suivant.

Par contre, la palpation de cette face, en particulier de l'espace interdigital en cas d'inflammation, n'est pas conseillée tant que l'animal peut réagir violemment.

e. Lever du pied et préparation à l'examen du pied :

Les différentes techniques de levage du pied des bovins ne seront pas traitées ici. Chacun choisira sa méthode en fonction des possibilités techniques de l'étable et des habitudes personnelles.

Il sera simplement rappelé que le bovin qui est appelé à montrer ses pieds souffre potentiellement et que la locomotion ou ne serait-ce que les appuis peuvent être une épreuve pour l'animal. Il conviendra alors de contenir l'animal sans précipitation ou sans de stress supplémentaire.

L'observation du pied et l'identification rigoureuse des lésions présentes nécessitent en premier lieu un lavage soigneux du pied. Les débris de litière, les mottes de terre sont enlevées grossièrement à la main ou à l'aide du couteau anglais. L'espace interdigital ne doit pas être oublié. Le lavage à grande eau et/ou avec une brosse, vivement recommandé, améliore les conditions d'intervention sur le pied et évite toute erreur de diagnostic par omission de lésion. En effet, les lésions de dermatite digitale, une vésicule ou une abrasion ne sont pas toujours bien visibles, étant souvent recouvertes d'exsudat.

En second lieu, un parage strictement fonctionnel est réalisé de sorte à n'éliminer que la corne inutile et de respecter les aplombs corrects du pied. Au fur et à mesure de ce parage, les lésions peuvent apparaître. Enfin, le parage curatif peut être nécessaire, en fonction des lésions constatées. En effet, le parage curatif direct d'une lésion immédiatement visible, sans respecter un parage fonctionnel, peut compromettre l'aplomb final du pied, alors que d'autres lésions pourront apparaître ultérieurement.

Les principes des parages fonctionnel et curatif ne seront pas traités ici, mais il est indispensable de les maîtriser



Photo 14: Allure normale d'une vache. La ligne du dos est droite et les aplombs sont corrects en vue de profil.

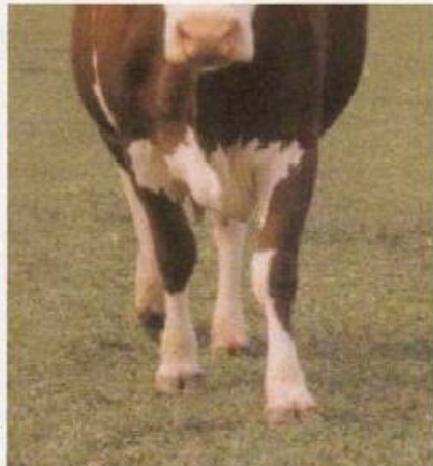


Photo 15: Vue de face. Allure normale. Les onglons des membres antérieurs sont généralement moins atteints car ils ne connaissent pas d'inégalité systématique biomécanique comme c'est le cas pour les onglons postérieurs.



Photo 16: Pied levé à l'aide d'une sangle par le jarret, afin d'examiner le pied dans sa totalité.



Photo 17: Traces de mélanine apparues autour des clous de fixation d'une talonnette.



Photo 18: Présence naturelle de mélanine dans la corne de la sole.



Photo 19: Coloration naturelle et diffuse par la mélanine de la corne de la sole d'une vache de race Angus.

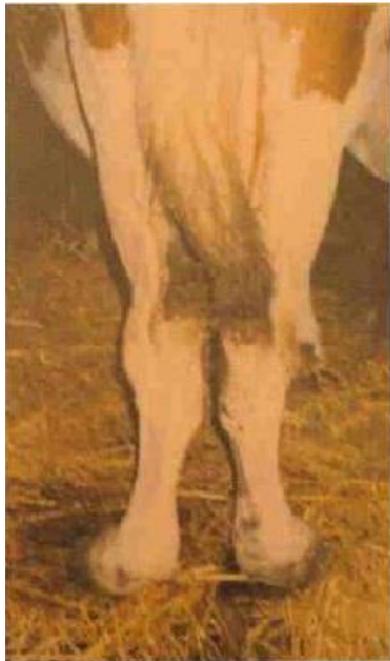


Photo 20: Anomalie d'aplombs des membres postérieurs. Les jarrets sont serrés, les talons sont rapprochés et le poids du corps est reporté sur le talon. Les onglons sont trop longs avec une forme en pince. Fourbure chronique.



Photo 23: Membre postérieur gauche porté en abduction : l'appui est totalement reporté sur l'onglon interne par l'animal du fait de la douleur dans l'onglon externe à l'appui.



Photo 27: Le membre droit de l'animal est reporté vers l'avant du fait de la douleur causée par un panaris interdigital.



Photo 21: Vue postérieure de l'appui d'un membre postérieur droit. Le poids du corps porte plus sur l'onglon externe du fait d'un excès de corne sous cet onglon.



Photo 24: Membres antérieurs croisés. Position caractéristique due à une fracture de P3 dans un onglon externe (GREENOUGH et WEAVER, 1997).



Photo 28: Refus d'un appui du fait d'un panaris interdigital sur le membre antérieur droit.



Photo 22: Vue de profil. On observe une angulation anormale du pied. L'onglon a une longueur correcte mais l'appui est reporté sur le talon du fait d'un excès de corne sous le talon.

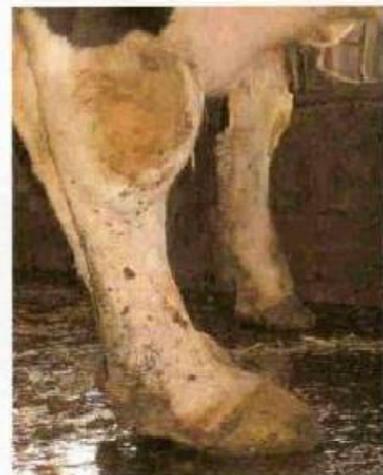


Photo 25: Affaissement du talon. Le poids du corps est reporté en arrière. Tarsite associée. Fourbure chronique.



Photo 26: Appui bilatéral sur la pince. Anomalie discrète. Ostéochondrite disséquante.

. Traitement des lésions :

Ces lésions peuvent être visibles à la surface de l'onglon, ou au contraire être très internes et être découvertes alors au cours d'une séance de parage préventif.

Pour corriger ces lésions, il existe deux types de parage : le parage préventif ou fonctionnel et le parage curatif.

1. Le parage :

1.1. Rôle du parage :

1.1.1. Le parage préventif :

Plusieurs études ont prouvé que le parage préventif des onglons permettait de réduire la boiterie, lorsqu'il était correctement prodigué.

En effet, (MANSON FJ, LEAVER JD) ont révélé que le fait de parer préventivement les pieds des bovins avant le vêlage, diminuait l'incidence des boiteries. Une étude suédoise plus récente, a ensuite prouvé que lorsque le parage était prodigué seulement une fois par an, contre deux fois auparavant, l'incidence de survenue des ulcères de la sole doublait.

Pour (TOUSSAINT R, 1992), le parage fonctionnel consiste à couper et tailler les sabots afin que les onglons puissent remplir leur fonction le mieux possible.

En fait, la première fonction du parage fonctionnel des pieds est de détecter les lésions avant qu'elles n'apparaissent cliniquement à la surface du sabot et qu'elles ne soient d'autant plus sévères.

La deuxième fonction est par la suite, de prévenir l'apparition de lésions en corrigeant la répartition de la charge sur les onglons (en ramenant les onglons à une hauteur et une forme égale).

En effet, lorsque la distribution de la charge sur les onglons est inégale et lorsque la sole supporte trop de poids, le risque de voir apparaître des lésions à son niveau augmente.

En conclusion, le parage préventif ou fonctionnel a pour rôle de rectifier les aplombs de l'onglon, suite à la croissance ou usure cornée.

1.1.2. Le parage curatif :

Le parage curatif est rendu nécessaire par la présence de lésions importantes à la surface du sabot, telles que lésions de double talon, double sole, ulcère de la sole et autres. Sa fonction est ainsi de délimiter ces lésions, faciliter leur guérison et diminuer leurs conséquences (douleur). Le parage curatif demeure la base du traitement des affections des pieds et est entrepris avant tout autre traitement.

Cependant, avant de réaliser un parage, qu'il soit préventif ou curatif, il convient d'effectuer la contention de l'animal.

1.2 La contention :

La contention a pour but de maintenir l'animal dans une position souhaité par le pareur, afin de garantir sa sécurité, celle de ses aides et bien sûr celle de l'animal, tout en lui permettant de réaliser son travail. On utilise pour ce faire des moyens mécaniques ; câbles, longes, cordes, entraves, mouchettes, cage de contention ou des moyens chimiques tels que les anesthésiques.

La xylazine (Rompun) est ainsi utilisée lors de sédation légère (à la dose de 0.25 ml/100 kg, IM) ou plus profonde notamment lorsque l'on désire coucher l'animal (0.5 ml/100 kg, IV).

On peut également utiliser un anesthésique local, tel que la lidocaïne (lurocaïne) lorsque le parage sera douloureux. Ceci est notamment le cas au cours du parage curatif de lésions étendues du sabot, telles les cerises, ulcères solaires, pododermatites érosives du talon pouvant être compliquées d'une ostéite de l'os du pied, d'abcès profonds . **(STOBER M.)**

Pour les postérieurs, on réalise une anesthésie locale sous garrot en ponctionnant une veine digitale dorsale et en injectant un volume de 15 à 30 ml de lurocaïne, après avoir laissé un peu de sang s'écouler. Pour les antérieurs, il faut procéder de même, mais dans la veine médiane qui est située sur la face interne du canon et l'anesthésie alors obtenue perdure pendant 1h30 ou disparaît dans les 10 minutes suivant le retrait du garrot. **(STOBER M.)**

L'anesthésie locale des postérieurs, réalisée sous asepsie stricte, peut être renforcée par une anesthésie épidurale haute qui permet, si on le désire d'obtenir le décubitus.

Quoi qu'il en soit, l'anesthésie locale nécessite toujours un animal en décubitus latéral, position pouvant être obtenue à l'aide d'une corde disposée selon la méthode de Hertwig, à l'aide d'une anesthésie générale (rompun) ou locale (épidurale de lurocaïne). **(STOBER M.)**

1.3. Les outils du pareur :

Les outils les plus fréquemment utilisés, sont un coupe-ongles démultiplié ou pince à onglon, des rénettes annulaires (à lame étroite), un couteau anglais et éventuellement une pince à dents de souris ainsi qu'un bistouri électrique (pouvant cautériser lors d'un parage curatif). Un rogne-pied électrique peut également être nécessaire mais son utilisation requiert de l'expérience et de nombreuses précautions. En effet, le rogne-pied électrique est particulièrement intéressant à manipuler lorsque la corne est dure, mais son emploi nécessite une contention parfaite de l'animal. C'est ainsi qu'il ne faut pas l'utiliser pendant une période supérieure à quelques secondes au même endroit, au risque de traverser la corne de la sole ou

encore de produire un dégagement de chaleur important, pouvant léser les tissus avoisinants. Il présente sinon l'avantage de réaliser le même travail que les coupe-ongles démultipliés tout en nécessitant moins d'efforts.

Cependant, le bruit et la poussière qu'il dégage peuvent affoler l'animal et augmenter les défenses de ce dernier, augmentant ainsi les risques pour l'opérateur et pour l'animal d'être blessé. (REMY D, MILLEMANN Y ,1999).

1.4 .Réalisation du parage :

1.4.1. Le parage fonctionnel :

Comme nous venons de le voir, le but de ce parage est de redonner une forme et des surfaces d'appui correctes aux onglons. Il est organisé en 3 étapes ou coupes.

a. La première coupe :

On coupe la pointe du sabot avec la pince à onglons, afin de lui redonner une longueur de 70- 75 mm, soit environ la largeur moyenne d'une main. Il faut réaliser cette section de façon perpendiculaire par rapport à la paroi, afin de réduire la quantité de corne qui devra par la suite, être retirée en pince et on commence toujours par l'onglon interne pour les membres postérieurs. En effet, cet onglon étant généralement moins déformé que son homologue, il est plus aisé de le tailler puis de s'en servir comme modèle, pour parer l'onglon externe. A noter que l'on procède de façon inverse pour les membres antérieurs. (REMY D, MILLEMANN Y ,1999).

A la fin de cette étape, les onglons apparaissent à bouts carrés, de bonne longueur mais ils sont encore trop hauts (planche 12).

C'est alors que débute la deuxième coupe.



Planche 12 : Onglons à bouts carrés après la première coupe.

b. La deuxième coupe :

Elle commence par l'élimination de la corne de la sole, depuis une ligne allant du talon jusqu'au sommet de la première coupe (planche 13: Illustration représentant la première (1) puis deuxième (2) coupe à réaliser lors du parage fonctionnel des pieds des bovins.). Si la première coupe a été correctement réalisée, la corne solaire peut être taillée sans risque d'endommager le podophylle. Cependant, il est souhaitable, au cours de cette étape, de vérifier que la corne ne devienne pas trop souple, signe que son épaisseur devient faible et donc que le pododerme est proche. Le parage doit être sinon poursuivi jusqu'à ce que la ligne blanche réapparaisse en pince, axialement le long de la muraille et ce jusqu'au colimaçon, situé au talon.

Le fait de supprimer de la corne en pince a pour effet de redresser l'onglon à un angle de 40-45° et de réduire l'excès de poids supporté jusqu'alors par le bord postérieur de la phalange distale.

Cette deuxième coupe est habituellement commencée au coupe-ongles, la corne superficielle étant habituellement assez dure, puis elle est poursuivie à la rénette. (REMY D, MILLEMANN Y, 1999)

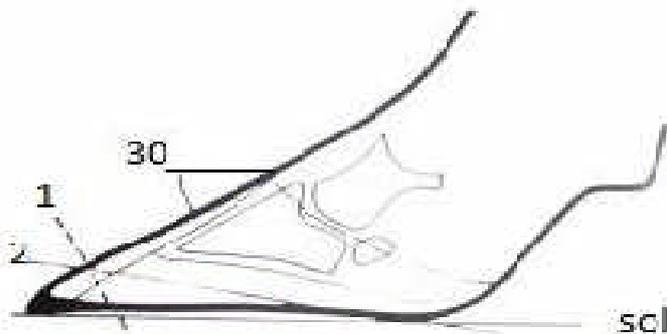


Planche 13 : Illustration représentant la première (1) puis deuxième (2) coupe à réaliser lors du parage fonctionnel des pieds des bovins.

c. Troisième coupe :

Elle a pour but de donner à la sole une surface légèrement concave, qui remonte axialement en direction de l'espace interdigital.

Cette disposition permet de soulager davantage la sole de la charge, qui sera alors reportée sur la muraille et intervient également dans la prévention de tout traumatisme ultérieur au point

typique d'apparition des ulcères. Enfin, le creusement de la muraille axiale au niveau des talons des deux onglons, permet de les écarter l'un de l'autre et d'éviter ainsi les lésions d'hyperplasie interdigitale (limace).

Une fois cette troisième coupe réalisée, on finit le parage en égalisant les deux onglons entreeux afin de leur redonner une même taille et donc une capacité de charge identique.

Au cours du parage fonctionnel, des lésions sub-clinique peuvent apparaître (hémorragies, double sole ou double talon locaux) et devront être corrigées par un parage curatif.

1.4.2. Le parage curatif :

Le parage curatif est très variable suivant les lésions rencontrées.

a. Les hémorragies :

Ce sont des lésions non douloureuses, apparaissant indifféremment dans les quatre cornes du sabot et qui sont retirées par un parage superficiel de la corne abîmée jusqu'à retrouver une corne saine.

b. Les lésions de double sole ou double talon :

Ce type de lésions est corrigé en réalisant l'exérèse du volet corné superficiel, afin de diminuer l'inconfort ressenti par l'animal et les risques de complications ultérieures.

c. Pododermatite érosive du talon :

Un parage correcteur incluant l'exérèse de la corne décollée et des berges cornées vulnérantes est effectué, tout en préservant une surface porteuse la plus grande possible. (BLOWY R et al ,1998)

d. Les abcès :

Les abcès, qu'ils soient localisés dans la sole, la ligne blanche, la paroi ou les talons sont tous traités de la même manière.

Une fois la corne amincie et l'abcès localisé, celui-ci est tout d'abord ponctionné avec une aiguille ou un bistouri, puis ouvert suffisamment pour permettre l'écoulement naturel du pus. Il faut ensuite nettoyer l'intérieur de l'abcès avec un mélange eau oxygénée/vétédine solution et placer un drain au sein de ce dernier, si l'écoulement purulent peine à se faire.

Dans le cas particulier d'un abcès localisé au site typique d'apparition des ulcères, il convient de parer par la suite, la sole afin de lui redonner sa concavité et d'éviter par le fait les récurrences.

Les parages d'abcès sont toujours douloureux. Il est ainsi très important de réaliser une contention parfaite des animaux pouvant être facilitée par une sédation et une analgésie de ceux-ci afin de diminuer leurs réactions de défense.

Enfin, un décollement entre la corne et son pododerme peut parfois accompagner les abcès et il convient alors, une fois l'abcès paré, de réaliser l'exérèse totale de la corne non adhérente jusqu'à atteindre une zone saine

2. Traitement médical :

Une fois l'onglon ayant retrouvé une forme et des appuis plus convenables, il convient de réaliser des soins locaux et généraux afin d'accélérer la guérison des lésions, d'éviter des complications secondaires et de gérer la douleur ressentie par l'animal.

2.1. Soins locaux des onglons :

Les soins locaux les plus souvent mis en œuvre sont une désinfection locale des lésions, accompagnée de la surélévation de l'onglon lésé, afin de le soustraire à la pression douloureuse exercée par la charge qu'il soutient habituellement. Un pansement de l'onglon est réalisé en complément mais il entrave parfois la cicatrisation, entretenant un environnement humide où le pus et les sérosités ne peuvent être drainés. On peut également baigner l'onglon atteint de fourbure dans un bain d'eau chaude afin de restaurer sa circulation sanguine.

De plus, la fourbure pouvant intervenir dans les troupeaux avec une forte incidence (Jusqu'à 78% du troupeau atteint dans les fermes de vaches laitières hautes productrices), il est alors souvent nécessaire d'optimiser la santé des onglons en réalisant des pédiluves, qui vont assainir les lésions podales pouvant apparaître et éviter ainsi les complications infectieuses secondaires. (STOBER M.)

2.1.1. Prévention des surinfections bactériennes :

Des pédiluves peuvent être réalisés en élevage laitier bi-quotidiennement (à la sortie de la salle de traite), afin de diminuer l'incidence des infections bactériennes secondaires aux lésions podales (infections par *Fusobacterium necrophorum* ou *Archanobacterium pyogenes* à l'origine de panaris et d'ulcération de la sole).

Pour cela, on utilise différents produits, largement répandus et économiques, parmi lesquels le Crésyl, le formol, le sulfate de cuivre mais également l'eau de javel.

L'eau de javel a une très bonne activité antibactérienne mais elle devient inefficace au bout de 4 passages d'un troupeau de 150 vaches, limitant ainsi son utilisation dans le temps. (GRONGNET JF et al, 1981)

Le Crésyl peut également être employé mais, en dépit de sa relativement bonne activité contre les bactéries, il peut se révéler irritant et diminue alors les défenses naturelles du pied contre les agressions extérieures.

Le produit présentant la plus grande efficacité antibactérienne rémanente, est constitué de l'association de formol et de sulfate de cuivre. Celle-ci permet d'augmenter le nombre de passages du troupeau par le pédiluve, tout en gardant la même efficacité antibactérienne que lors de l'utilisation de formol seul et n'engendre aucune irritation locale.

Ces produits apportent un véritable plus dans la prévention des infections bactériennes secondaires à une lésion podale. Cependant il convient de les utiliser avec parcimonie et à bon escient car il s'agit de produits toxiques pouvant polluer l'environnement lorsqu'ils sont éliminés de façon inadéquate.

Enfin, l'utilisation de pédiluves peut également être nécessaire en élevage allaitant, mais l'absence d'un parcours à effectuer par les animaux complique sa mise en place.

2.2. Soins médicaux généraux :

Ils consistent en un traitement de la douleur et de l'inflammation, à l'aide le plus souvent, d'anti-inflammatoires non stéroïdiens.

De l'acide acétylsalicylique (aspirine) est administrée à la posologie de 20 mg/kg par voie orale toutes les 12h ou de la flunixinéméglumine (finadyne) à la posologie de 1 mg/kg par voie intraveineuse toutes les 12h. Pour les animaux non destinés à la consommation humaine, on prescrit de la phénylbutazone à la posologie de 7 mg/kg per os qui sera renouvelée à la posologie de 4,4 mg/kg toutes les 24h. (**GREENOUGH PR.1983**)

Il est également possible d'effectuer un traitement à base d'injections parentérales d'antihistaminique et les résultats seront d'autant meilleurs que ce traitement aura été entrepris précocement.

Enfin, de la méthionine (source de ponts disulfures) peut être apportée à la posologie de 10 g/j par vache et ce pendant une semaine dans l'alimentation, afin d'optimiser la maintenance ainsi que la réparation du coussin digital. (**GREENOUGH PR.1983**)

Lorsque la correction de l'erreur à l'origine de la fourbure, le parage et le traitement médical prodigué par la suite, sont insuffisants pour permettre à l'animal de récupérer ses aplombs, on peut avoir recours à la chirurgie.

2. Traitement chirurgical de la fourbure :

3.1.1. La ténotomie du fléchisseur profond :

La ténotomie du fléchisseur profond a été décrite comme étant un traitement pouvant être réalisé en cas de fourbure sévère avec rotation de la troisième phalange. (**GAYLE ET**

AL.) relatent le cas d'une primipare âgée de 27 mois présentée pour œdème de la mamelle, métrite, cétose et rétention placentaire faisant suite à un vêlage difficile survenu 11 jours auparavant. Durant les jours suivants, son état général diminua, la vache demeurant couchée à partir du 8^{ème} jour d'hospitalisation. Elle développa alors une mammite aiguë (à colibacilles et Pseudomonas) rebelle au traitement médical (ceftiofur, gentamicine) et nécessitant par la suite une mammectomie totale.

Une fois l'opération accomplie, la vache ne se releva toujours pas et présenta une gêne au niveau des quatre pieds, associée à un œdème des membres. Une radiographie des membres fut alors effectuée et montra un basculement de la phalange distale dans le doigt latéral droit et médial gauche des membres postérieurs, signe de fourbure chronique. La vache répondant peu au traitement médical et à la pose de talonnette sous les onglons sains, une ténotomie du tendon fléchisseur profond de chaque doigt atteint fut alors décidée.

Après une sédation, anesthésie locale et une aseptie du site, la peau fut incisée verticalement sur une longueur de 3cm sur la face plantaire du doigt, à quelques centimètres au-dessus de la couronne. L'incision fut poursuivie jusqu'à atteindre le tendon qui fut ensuite chargé sur des forceps de Kelly et sectionné. Enfin, le tissu sous-cutané et la peau furent, par la suite suturés de façon classique.

Dès l'opération réalisée, la vache présenta une amélioration de son comportement ainsi que du degré de fourbure et elle parvint à se lever par ses propres moyens. Enfin, deux mois plus tard, la vache était de retour dans sa ferme, libérée de toute fourbure.

Dans cette étude, les auteurs ont considéré que la tension constante exercée sur le tendon du fléchisseur profond (par la phalange en rotation) était à l'origine de la plus grande partie de la douleur.

Ceci est confirmé par l'amélioration clinique quasi immédiate observée chez la vache sans manifestation douloureuse.

3.1.2. L'amputation :

Elle est réalisée lorsque les lésions du sabot sont compliquées d'ostéite nécrosante de la troisième phalange, de fracture de celle-ci ou encore lors d'arthrite de l'articulation interphalangienne distale. Ces complications peuvent survenir à la suite d'abcès de la sole, du talon, de la rupture de la ligne blanche ainsi que du basculement de la phalange distale.

L'amputation des onglons atteints a ainsi été décrite comme étant un traitement réalisable en cas de fourbure chronique. Mais d'après une étude, 30% des animaux amputés de la sorte finiraient à l'abattoir dans les 7 mois suivant la chirurgie. (PEJSA T et AL, 1993).

De plus, ce traitement chirurgical est limité aux animaux de faible poids et n'ayant qu'un seul onglon atteint.

Le traitement des lésions podales, secondaires à un épisode de fourbure repose donc tout d'abord sur le parage de l'onglon pouvant être amélioré par une désinfection des lésions et par une surélévation de l'onglon afin de favoriser la cicatrisation de celles-ci.

Cependant, lorsque ces lésions entraînent des répercussions sur l'ensemble de l'animal (douleur, boiterie entraînant une moindre prise alimentaire, un décubitus prolongé) un traitement médical peut alors être mis en place puis chirurgical si nécessaire.

Quelle que soient les traitements mis en œuvre et leur réussite, la thérapeutique la plus efficace repose encore sur la prévention de la fourbure et des lésions associées.

CHAPITRE III
PHYSIOLOGIE DE
LA
REPRODUCTION

Eléments de la physiologie de la reproduction chez la vache :**.La puberté:**

Les organes de la reproduction, entièrement formés à la naissance, ne sont fonctionnels qu'à partir d'une époque bien déterminée de la vie, appelée puberté. A ce moment, l'animal devient apte à se reproduire. L'âge à la puberté ne constitue qu'un élément indicatif ; d'autres facteurs d'origine exogène, jouent un rôle très important, s'il n'est pas déterminant. Parmi ces facteurs, on peut citer : la température, la luminosité, l'état de développement et de nutrition, la vie en communauté des mâles et des femelles. Dans les grandes espèces, la race et l'état de nutrition jouent un rôle prépondérant ; les animaux bien entretenus, recevant une ration de valeur énergétique élevée, atteignent la puberté plus précocement que ceux qui sont déficitaires en alimentation (DERIVAUX et ECTORS, 1980).

Pendant la période pré pubertaire, la synthèse des gonadotropines est très faible et leur niveau plasmatique est très bas (FRASER et al. 1989).

Chez les bovins, L'apparition de la puberté des génisses est déterminée par l'âge et le poids de la femelle (THIBAUT et LEVASSEUR, 2001).

a. L'âge des génisses à la puberté :

Dans l'espèce bovine l'éveil pubertaire est plus précoce dans les races de petite taille que dans les races lourdes, et dans les races laitières que dans les races à viande (DERIVAUX et ECTORS, 1980).

La presque totalité des génisses laitières sont cyclées à partir de 15 mois (MIALOT et al. 2001).

La saison aurait aussi une influence sur l'âge à la puberté ; les génisses nées en automne, atteignent leur puberté à un âge plus précoce que celles qui naissent au printemps. La photopériode a donc un effet majeur qui influence le début de la puberté chez les vaches, et une exposition à la photopériode durant la seconde moitié de la première année de la vie de la femelle, réduit l'âge à la puberté (SCHILLO et al. 1992).

a.2 Le développement corporel et la puberté :

L'amorce de la puberté est surtout inhérente au développement corporel qu'à l'âge de l'animal. De ce fait, le poids corporel intervient dans le timing pubertaire, et il est considéré comme un indicateur important permettant de prédire l'âge de la puberté (JOUBERT, 1963).

La conduite alimentaire des génisses laitières a pour but donc de les faire reproduire au moment voulu, sans compromettre leur développement corporel et leur longévité, ni limiter

leur potentiel laitier (INRA, 1984). L'animal est dit pubère quand il atteint 50 à 60 % de son poids adulte (MIALOT et al. 2001).

Une sous nutrition des génisses est associée à un problème de détection des chaleurs, ainsi qu'à une diminution du taux de conception, un taux de mortalité embryonnaire élevé, une diminution du développement de la glande mammaire et à une diminution de la production laitière (GARDNER et al. 1977 ; LALLEMAND, 1980).

Les génisses dont la croissance pré sevrage est très avancée, auront une puberté plus précoce (PATERSON et al. 1992).

Cependant, une augmentation du taux de croissance des génisses aboutirait à une réduction de l'âge à la puberté (GARDNER et al. 1977 ; OYEDIPE et al. 1982).

Pour réussir la carrière reproductive des génisses, il faut trouver un compromis entre l'obtention d'un format suffisant pour un vêlage précoce et une croissance modérée permettant de bonnes lactations (BADINAND, 1983).

Le gain moyen quotidien varie selon l'âge et le poids vif de la génisse ; pour cela, l'optimum est d'avoir les valeurs maximales en fonction des différents stades physiologiques tels qu'exprimés dans le tableau (01):

	Âge (mois)	Poids vif (Kg)	GMQ (g/j)
-Naissance	0	45	Inf à 600
-Sevrage	3	100	
-Elevage	6 – 9	200	
-Puberté	9 – 12	250-300	Inf à 900
-Insémination	15	400	
-1 ^{er} vêlage	24	600	

Tableau 11: Variations du gain moyen quotidien selon l'âge et le poids vif de la génisse (WOLTER, 1994).

. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache:

La vache est une espèce à cycle sexuel de type continu ; les chaleurs peuvent apparaître chez les femelles non gestantes pendant toute l'année. La durée du cycle œstral est assez caractéristique de l'espèce, mais comporte cependant des variations individuelles notables, ce qui peut rendre difficile la prévision des retours en chaleurs. La durée moyenne du cycle œstral est en moyenne de 20 jours chez la génisse, et de 21 jours chez la vache (INRAP, 1988).

L'œstrus dure 6 à 30 heures, et se caractérise par les manifestations extérieures suivantes : excitation, inquiétude, beuglements, recherche de chevauchement de ses congénères, acceptation passive du chevauchement et écoulement de mucus. L'ovulation a lieu 6 à 14 h après la fin de l'œstrus et est suivie par la formation du corps jaune et l'installation d'un état pré gravidique de l'utérus, correspondant à la période d'installation de la fonction lutéale (DERIVAUX et ECTORS, 1986).

La production des gamètes femelles est la résultante de trois événements : l'ovogénèse, la folliculogénèse, et l'ovulation, suivie par la formation du corps jaune (INRAP, 1988).

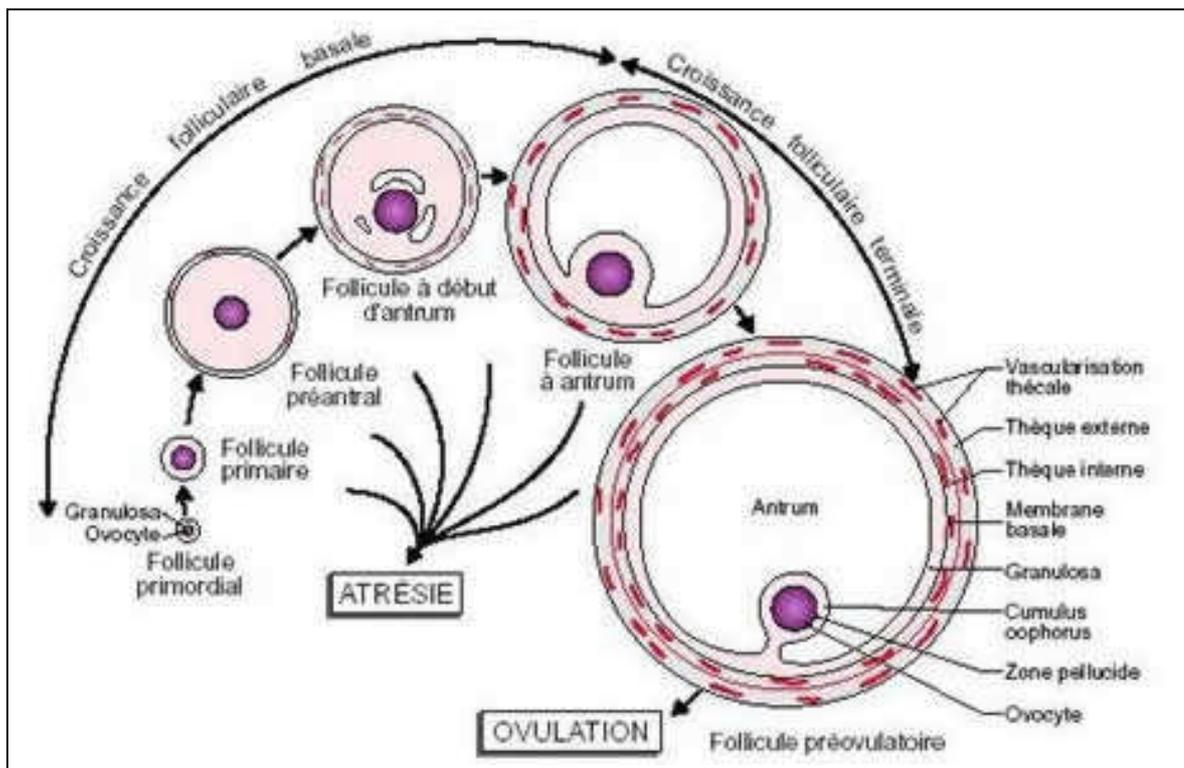


Figure 01 : Chronologie du développement folliculaire (MONIAUX *et al.* 1999).**. Régulation hormonale du cycle sexuel de la vache :****a. Aperçu du contrôle hormonal du cycle :**

La physiologie du cycle sexuel est complexe et fait intervenir le système nerveux central (axe hypothalamus-hypophysaire) et l'appareil génital (ovaires et utérus). Quand le corps jaune régresse à la fin du cycle (du 15^{ème} au 19^{ème} jour du cycle), le rétrocontrôle négatif exercé par la progestérone, sécrétée au cours de la phase lutéale par le corps jaune, sur l'axe hypothalamo-hypophysaire est levé progressivement (MEREDITH, 1995).

Les gonadotrophines hypophysaires, FSH et LH, stimulent la croissance du follicule dominant jusqu'au stade pré ovulatoire, et son activité sécrétoire libérant des quantités croissantes d'oestradiol. En 2 à 3 jours, la forte augmentation d'oestradiol plasmatique (à l'origine du comportement de chaleurs) entraîne une décharge importante de FSH et de LH, provoquant l'ovulation. Le corps jaune néoformé se développe sous l'influence trophique de la LH et de la prolactine, d'origine hypophysaire. Il sécrète à la fois de la progestérone et de l'oestradiol, à l'origine d'un rétrocontrôle négatif marqué sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, ce qui inhibe une éventuelle sécrétion pré ovulatoire des gonadotrophines tout en permettant l'émergence d'une nouvelle vague folliculaire. La progestérone provoque le stockage de précurseurs d'acides gras dans l'endomètre (MEREDITH, 1995).

Après le 10^{ème} jour du cycle, à partir de ces précurseurs, l'oestradiol induit la synthèse de la prostaglandine F2 α utérine, qui sera ensuite libérée par l'action de l'ocytocine lutéale sur ses récepteurs utérins. Son effet lutéolytique aura pour conséquence d'un point de vue hormonal la diminution progressive de la progestéronémie (MEREDITH, 1995).

b. Régulation de la sécrétion de GnRH :

L'initiateur et le régulateur fondamental de la fonction reproductrice est la GnRH (Gonadotrophin Releasing Hormone ou gonadolibérine). Cette hormone est synthétisée et libérée par les neurones hypothalamiques, et se lie aux récepteurs spécifiques situés sur les cellules gonadotropes de l'antéhypophyse, ce qui provoque la synthèse et la libération des gonadotrophines, FSH et LH (FIENI *et al.* 1995).

La FSH, à son tour, agit spécifiquement sur les petits follicules ovariens pour stimuler leur croissance, tandis que la LH agit en plus sur le follicule dominant mûr pour provoquer la maturation finale et l'ovulation (FIENI et al. 1995).

La GnRH est sécrétée par l'hypothalamus de façon pulsatile, et elle est elle-même responsable de la pulsatilité des sécrétions gonadotrope (FIENI et al. 1995).

c. Régulation de la croissance folliculaire :

Les stades initiaux de la folliculogénèse se produisent indépendamment des gonadotrophines (WEBB et al. 2003).

En revanche, la FSH et la LH deviennent indispensables au développement des follicules dès le début de la maturation, grâce à une action synergique séquentielle, mais aussi parfois simultanée. Ces hormones sont animées d'une sécrétion de base « tonique » à caractère pulsatile, de faible fréquence mais aussi à intervalles réguliers, puis, 24 heures avant l'ovulation, d'une décharge importante de courte durée, décharge « cyclique » ou ovulatoire, également pulsatile mais de haute fréquence (WEBB et al. 2003).

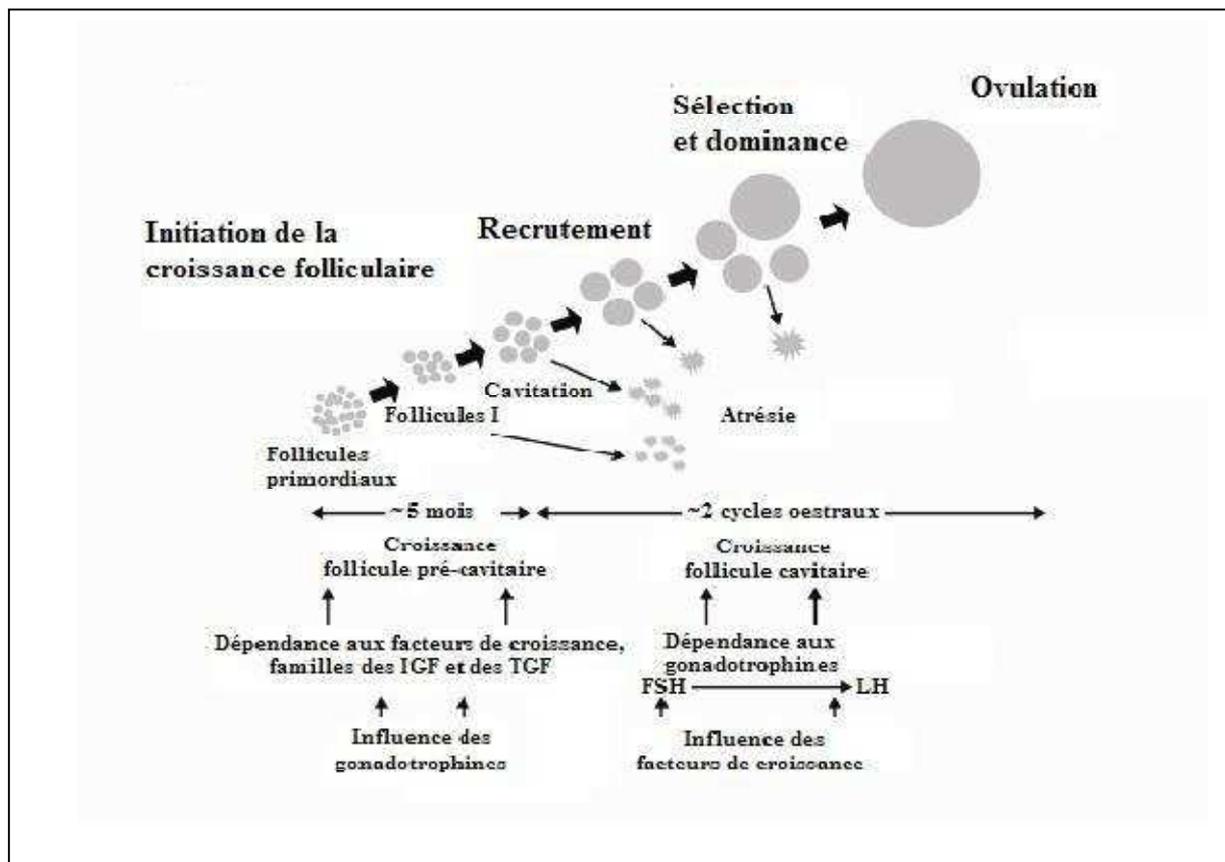


Figure 02: Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au cours du développement folliculaire (WEBB et al. 1999).

. Croissance folliculaire pré antrale :

Ce phénomène continu démarre lors de l'entrée en croissance des follicules primordiaux, à partir de la sortie du stock, jusqu'à la taille de 5 mm. Les gonadotrophines ne sont probablement pas indispensables dans l'initiation de la croissance folliculaire (Mc NATHY et al. 1999), bien que les ARNm des récepteurs à FSH et à LH semblent apparaître précocement (BAO et al. 1998).

La régulation de cette première phase, dite non-gonadodépendante, semble être largement assurée par des facteurs locaux, à l'origine d'interactions entre les cellules de la granulosa et l'ovocyte : activines et inhibines, protéines BMP (BoneMorphogeneticProteins), facteurs de croissance, en particulier IGF (Insulin-likeGrowthFactors), bFGF (basic FibroblastGrowth Factor), EGF (EpidermalGrowth Factor) et TGF β (TransformingGrowthFactors β), (MCNATTY et al. 1999 ; WEBB et al. 2004).

. Recrutement :

La formation de l'antra folliculaire coïncide avec l'acquisition d'une dépendance du développement folliculaire vis-à-vis des gonadotrophines. Au cours de la maturation folliculaire, les cellules de la granulosa acquièrent des récepteurs spécifiques à la FSH. La sécrétion de la FSH va provoquer à leur niveau deux effets biologiques : d'une part, grâce à l'action conjointe de l'IGF-I, la stimulation de l'aromatisation des androgènes, fournie par les cellules de la thèque, en œstrogènes ; d'autre part, l'apparition de récepteurs à LH sur les membranes cellulaires, toujours en relation avec l'IGF-I. Les œstrogènes synthétisés grâce à l'action synergique de la FSH et de la LH stimulent la multiplication des cellules de la granulosa, induisant ainsi la croissance du follicule et le développement de la cavité antrale remplie de liquide folliculaire (ENNUYER, 2000 ; FIENI et al. 1995).

L'IGF-II, produit par les cellules thécales, serait le principal facteur ovarien de croissance folliculaire impliqué dans la régulation de la croissance des follicules cavitaires chez la vache (WEBB et al. 1999).

. Sélection :

Lors de la sélection, l'augmentation de la fréquence des pulses de LH stimule la production d'œstradiol et d'inhibine par la granulosa des gros follicules. Œstradiol et inhibine agissent conjointement en réduisant progressivement la sécrétion de la FSH, réduction, responsable de la sélection (WEBB et al. 1999). En effet, la prévention de la chute de FSH par

injection de cette hormone à petite dose conduit à une polyovulation (ENNUYER, 2000 ; FIENI et al. 1995).

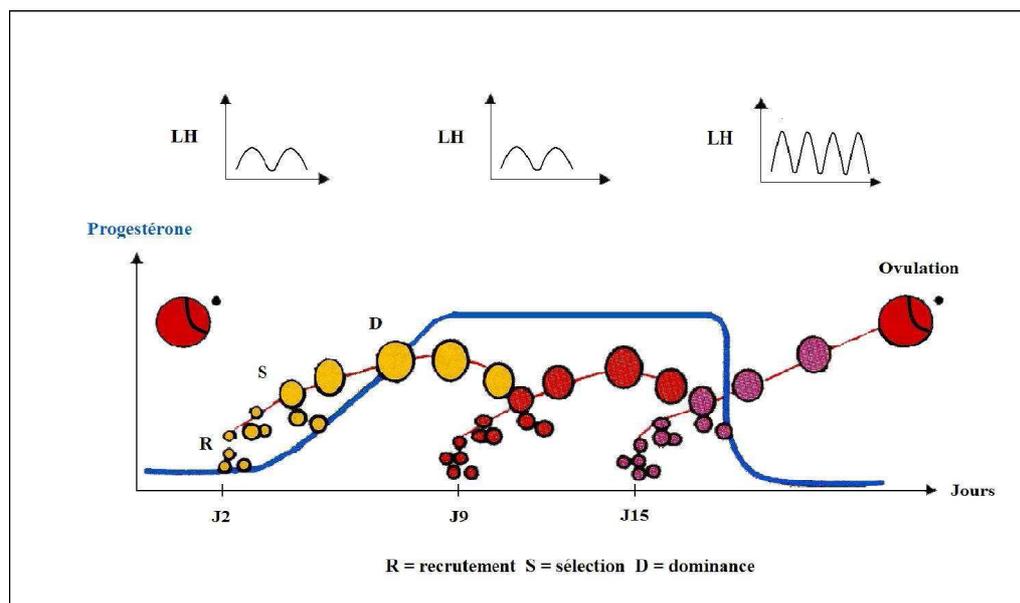
Lorsqu'un follicule dominant a acquis suffisamment de récepteurs à LH pour lui permettre de subsister quand le taux de FSH diminue, il sécrète de grandes quantités d'œstrogènes et continue à croître en raison de l'augmentation de sa propre sensibilité à la FSH et à la LH, et par production de facteurs locaux, notamment des IGF. L'action de l'IGF-I semble régulée par la concentration en ses protéines ligands, les IGFBP (Insulin-like Growth Factor Binding Proteins) : une diminution de la concentration en IGFBP, entraînant une plus grande biodisponibilité de l'IGF-I, serait déterminante dans le mécanisme d'acquisition de la dominance (AUSTIN et al. 2001 ; MONGET et al. 2002).

La sécrétion réduite de FSH ne permet plus en revanche la croissance des follicules non sélectionnés (ENNUYER, 2000).

. Dominance :

La LH induit la synthèse de progestérone par les cellules de la granulosa. La progestérone a un effet inhibiteur sur la production de 17- β -œstradiol : ainsi, sa sécrétion par le follicule dominant maintient les autres follicules dans un état d'immaturité en inhibant l'aromatase à leur niveau. Les follicules dominants ne seraient pas affectés en raison des concentrations importantes d'œstradiol présentes dans leur liquide folliculaire, tandis que les follicules atreptiques se caractérisent par leur richesse en androgènes (FIENI et al. 1995).

L'inhibine folliculaire, outre son action inhibitrice sélective sur la FSH, empêcherait également l'aromatase (FIENI et al. 1995)



**Figure03 : Croissances folliculaires au cours d'un cycle œstral chez la vache
(ENNUYER, 2000).**

La LH assure la maturation du follicule dominant, dont l'avenir dépend de la fréquence des décharges de LH, régulées par la GnRH. Lorsqu'un corps jaune est présent, la fréquence d'une décharge de LH toutes les 3 ou 4 heures aboutit à la perte de dominance et à l'atrésie du follicule, donc à l'absence d'ovulation et d'œstrus. Une nouvelle vague folliculaire émerge alors, également précédée d'une augmentation transitoire de FSH, celle-ci commençant environ 60 heures avant le recrutement et se terminant lorsque celui-ci débute (HAMILTON, 1995).

Lorsque la fréquence est d'un pic par heure, l'ovulation peut avoir lieu. Celle-ci est possible lors de la levée de l'inhibition de la progestérone sur la production de GnRH, à la suite de la lyse du corps jaune du cycle précédent (ENNUYER, 2000).

d. Physiologie de la reproduction post partum de la vache laitière :

Chez la vache laitière, comme chez la vache allaitante, une période d'inactivité ovarienne suit le vêlage. L'intervalle vêlage première ovulation, malgré une variabilité élevée, est court chez les femelles laitières, compris entre 15 et 30 jours (ROYAL *et al.* 2000). 85 à 90% des vaches ont ovulé dans les cinquante jours qui suivent la mise bas (GRIMARD *et al.* 2005).

a. Péri-partum et post-partum immédiat :

Avant le vêlage, les taux élevés des œstrogènes fœtaux et de la progestérone maternelle et fœtale inhibent la sécrétion de LH et de FSH par l'axe hypothalamo-hypophysaire, réduisant l'activité ovarienne (WEAVER, 1987).

Après le part, le volume de l'utérus diminue rapidement. La sécrétion utérine de PGF2 α , qui augmente deux jours avant le vêlage et atteint un pic au deuxième ou troisième jour *post-partum*, ainsi que la sécrétion neuro-hypophysaire d'ocytocine induisent l'involution utérine, qui sera complète au bout de 35 à 40 jours chez la vache (HAFEZ, 1993), plus rapidement chez les primipares que chez les multipares (PETERS *et al.* 1995).

La dystocie, la rétention placentaire ainsi que les infections utérines, souvent liées aux deux premières, provoquent un retard dans l'involution utérine et, en conséquence, augmente le taux d'échec à l'insémination et décale la mise à la reproduction (PETERS *et al.* 1995).

b. Reprise de l'activité sexuelle après le vêlage :

b.1 Rétablissement de l'activité des gonadotrophines post-partum:

La diminution des concentrations en œstrogènes et en progestérone lève l'inhibition exercée sur la sécrétion de FSH. Après une augmentation de la concentration plasmatique en FSH au cours des 5 premiers jours, toutes les vaches présentent un développement d'une vague folliculaire au cours de la 2^{ème} semaine *post-partum* et ceci indépendamment de leur alimentation et de leur balance énergétique (BEAM et al.1997).

b.2 Reprise du développement folliculaire post-partum :

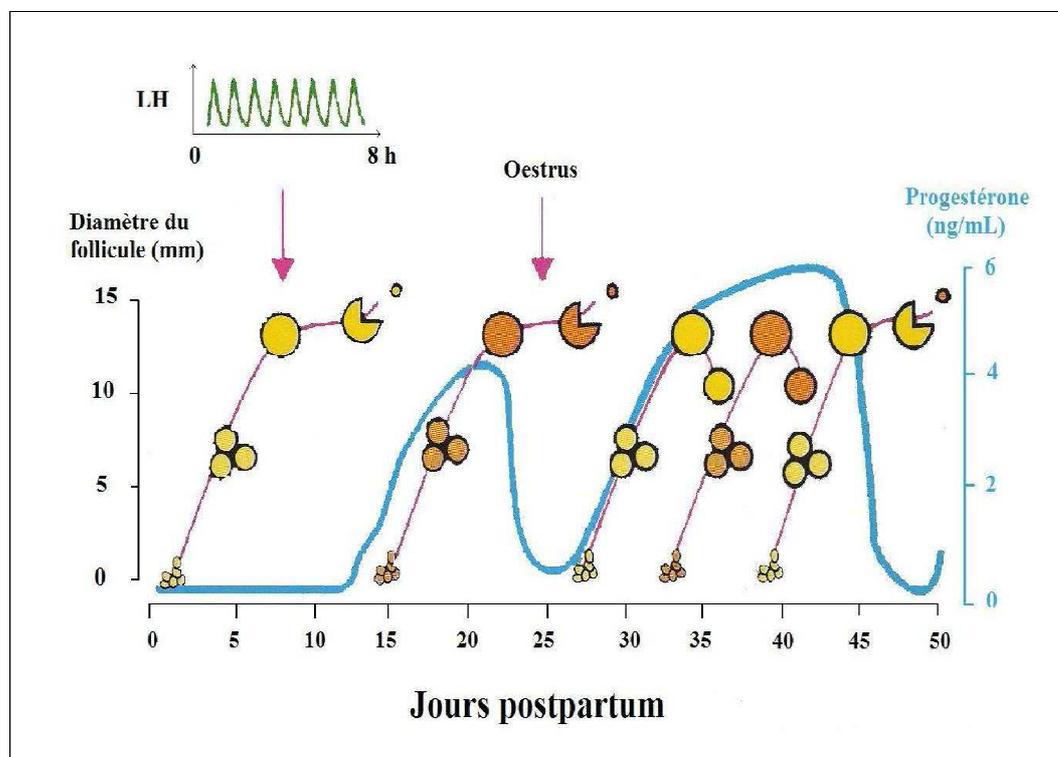


Figure 04: Reprise du développement folliculaire chez la vache laitière post-partum (ENNUYER, 2000).

L'augmentation précoce de la FSH a pour conséquence l'apparition d'une cohorte de follicules moyens, aboutissant à la formation du premier follicule dominant entre le 5^{ème} et le 39^{ème} jour *post-partum* (SAVIO et al. 1990 b).

Son sort est déterminé par la fréquence des décharges de LH : si elle est élevée, l'ovulation a lieu (75 % des cas). Dans 20 % des cas, il devient kystique, et subit l'atrésie dans les 5 % restants ; un second follicule dominant se développant alors (MIALOT et al. 2001).

A la fin de la maturation folliculaire, lorsque la concentration en œstrogènes est suffisante, celle-ci induit le pic pré ovulatoire de LH à l'origine de la première ovulation- *post-partum* vers 14-25 jours en moyenne, première ovulation généralement en l'absence de manifestations visible de chaleurs (2 fois sur 3) (ENNUYER, 2000 ; MIALOT et al. 2001).

Cette première ovulation est le plus souvent suivie d'une phase lutéale courte (4 à 13 jours), caractérisée par des niveaux de progestérone inférieurs à ceux des cycles physiologiques, en raison d'une lutéolyse due à la sécrétion précoce de PGF2 α utérine. (TERQUI et al. 1982 ; PETERS et al. 1995)

II) Evolution des performances de la reproduction chez la vache laitière :

L'élevage bovin laitier a connu une profonde mutation numérique, et une augmentation du nombre moyen d'animaux par exploitation, ainsi qu'une multiplication des grandes unités de production a en effet été observée dans différents pays. Cette double évolution a eu cependant pour conséquences d'entraîner l'apparition de nouvelles entités pathologiques qualifiées de maladies de production (HANZEN, 1994).

Avec ce nouveau contexte, il va toujours falloir mesurer les performances de reproduction, à partir des événements relatifs au déroulement de la carrière reproductive de l'animal tout en se référant à des valeurs et à des objectifs réalisés en cohérence avec le système de production (DISENHAUS et al. 2005).

. Notions de fertilité :

La fertilité est l'aptitude de l'animal de concevoir et maintenir une gestation si l'insémination a eu lieu au bon moment par rapport à l'ovulation (DARWASH et al. 1997) C'est aussi le nombre d'inséminations nécessaires à l'obtention d'une gestation (HANZEN, 1994).

a. critère de mesure de la fertilité :

Différents critères sont utilisés pour évaluer la fertilité. Selon PACCARD (1986), elle est mesurée par :

a. Le taux de réussite à la 1^{ère} insémination :

Encore appelé le taux de non-retour en 1^{ère} insémination. Dans la pratique, la valeur de ce critère est appréciée 60 à 90 jours après la 1^{ère} insémination (INRAP, 1988).

Dans un troupeau laitier, la fertilité est dite excellente si le taux de gestation en 1^{ère} insémination est de 40 à 50 %. Elle est bonne quand ce même taux est de 30 à 40 % ; elle est cependant moyenne quand il est compris entre 20 et 30% (KLINBORG, 1987).

Dans les races Normande et Montbéliarde, il est assez élevé et relativement stable au cours du temps, tandis qu'il est plus faible et diminue graduellement dans la race Prime Holstein (BOICHARD et al. 2002).

b. Le pourcentage de vaches avec 3 I.A (ou Saillies) et plus :

Une vache est considérée comme infertile lorsqu'elle nécessite 3 IA (ou saillie) ou plus pour être fécondée (BONNES et al. 1988).

Et on considère qu'il y a de l'infertilité dans un troupeau lorsque ce critère est supérieur à 15 % (ENJALBERT, 1994).

c. L'index d'insémination ou indice coïtal :

C'est le rapport entre le nombre d'inséminations (ou saillies) et le nombre de fécondations. Il doit être inférieur à 1.6 (ENJALBERT, 1994).

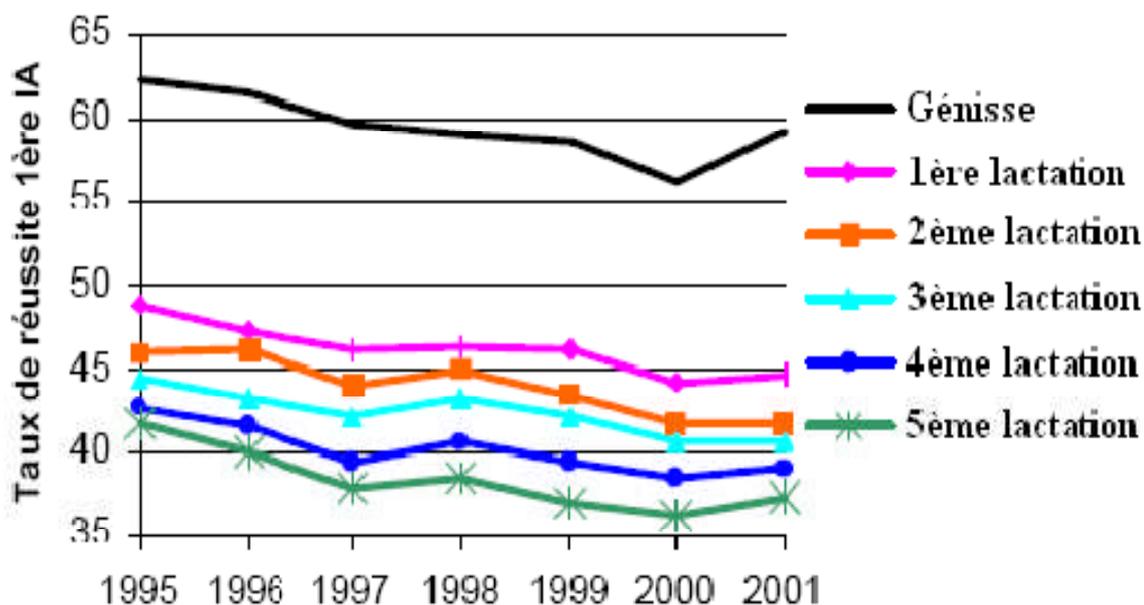


Figure 05 : Evolution du taux de réussite en 1ère insémination en race Prime Holstein (BOICHARD et al. 2002).

Paramètres de fertilité
Taux de mise bas = Nb de mise bas à terme suite à IA1 X 100
Nb d'IA1
Taux de non-retour = Nb d'IA1 sur mois (n) sans retour jusqu'à la fin du mois (n+2) X 100
Nb d'IA1 sur mois (n)
Taux de réussite = Nb d'IA1 suivi de gestation à 90 jours (ou de fécondation) X 100
en première IA Nb d'IA1
IA / IF = Nb d'IA pour toutes les vaches pour obtenir une IF X 100
Somme des IF
Proportion des vaches > 2 IA = Nb de vaches > 2 IA (fécondantes ou non) X 100
Nb d'IA1
Paramètres de fécondité
- intervalle $V_n - V_{n+1}$ = nombre de jours entre le vêlage (n) et la date estimée du vêlage (n+1)
- intervalle $V_n - IF_{n+1}$ = nombre de jours entre V_n et l'insémination fécondante suivante
-proportion des intervalles $V_n - IA_{n+1} > 60$ jours = nb d'intervalle $v_n - IA_{n+1} > 60$ jours

nb d'intervalles V_n -IA1_n étudiés

- proportion des intervalles V_n -IF_{n+1}>60 jours = nb d'intervalles V_n -IF_{n+1}>60 jours

nb d'intervalles V_n -IF_{n+1} étudiés

Tableau 12 : Paramètres de fertilité (VALLET et al. 1984 et SERIEYS, 1997)

. Objectifs de la fertilité chez la vache laitière:

Différents objectifs sont, d'après VALLET et al. (1984) et SERIEYS. (1997), exprimés dans le tableau suivant :

Paramètres de fertilité chez la vache laitière	Objectifs selon VALLET et al. 1984	Objectifs selon SERIEYS, 1997
Taux de réussite en 1 ^{ère} insémination (TRI1)	Supérieur à 60 %	Supérieur à 55-60 %
Pourcentage des vaches à 3 inséminations ou +.	Inférieur à 15 %	Inférieur à 15-20 %
Nombre d'inséminations nécessaires à la fécondation (IA/IF)	Inférieur à 1.6	1.6 à 1.7

Tableau 13 : Objectifs de la fertilité chez la vache laitière (VALLET et al. 1984 et SERIEYS, 1997)

CHAPITRE IV
INCIDENCE DES
BOITERIES SUR LA
FERTILITE

Incidence des boiteries sur la fertilité :

Les boiteries peuvent avoir un fort impact sur la fertilité et la fécondité du troupeau, elles ont une influence bien étudiée sur les résultats de reproduction. Elles peuvent être à l'origine d'une mauvaise expression des chaleurs ou d'un anoestrus en raison de la baisse d'ingestion d'aliment avec les risques d'un bilan énergétique négatif que cela entraîne apparaît comme un « facteur caché d'infertilité ».

Le tableau ci-dessous résume les conséquences des boiteries sur la prise alimentaire, selon leur degré de gravité. Les données sont issues d'un essai conduit par l'Université de Californie sur des multipares hautes productrices de race « Holstein ».

Impact des Boiteries :

Pointage de la locomotion	Réduction de la prise alimentaire
locomotion normale	0%
boiterie légère	- 1%
boiterie modérée	- 3%
boiterie clinique	- 7%
boiterie sévère	- 16 %

Elles augmentent ainsi la difficulté d'avoir des femelles avec une note d'état corporel (NEC) de 3 lors de la mise à la reproduction. Elle prédispose aussi à l'anoestrus en tant que facteur de stress chronique perturbant le contrôle hormonal du cycle œstral.

Les boiteries rendent la détection des chaleurs plus difficile puisque même s'il y a une activité au niveau de l'ovaire, le nombre de chevauchements est diminué à cause de la douleur. Le pic d'activité est aussi moins marqué ce qui pose donc des problèmes lors de l'utilisation d'aides à la détection tels que le podomètre.

L'influence des boiteries sur les paramètres de la fertilité et de la fécondité est donc bien néfaste et coûteuse ; Elles réduisent notablement les taux de réussite à l'insémination, les

IVV (intervalle vêlage-vêlage) et IVSF (intervalle vêlage saillie fécondante) sont rallongés, les taux de soumission et les taux de gestation sont plus bas. Une bonne santé du sabot est cruciale pour d'excellents résultats de reproduction.

(Juarez, S.T. and Robinson, P.H. 2002. Impact of lameness on behavior and milk production of high producing multiparous Holstein cows (Impact des boiteries sur le comportement et la production de vaches multipares hautes productrices de race Holstein))

. Afin de connaitre l'impact des boiteries sur la fertilité plusieurs études ont été faites :

. La relation entre les boiteries et l'expression d'œstrus :

Résumé :

En élevage laitier, la boiterie clinique a été associée à des taux de fertilité avec facultés affaiblies. La boiterie est également subclinique et associée à de faibles taux de détection d'œstrus. Afin de déterminer la relation entre la boiterie subclinique et l'intensité de l'expression d'œstrus, des méthodes de notation pour les deux ont été utilisées et évalués dans cette étude. Les animaux étaient toutes les vaches non gestantes dans un troupeau laitier « Holstein Frisonne » d'environ 45 animaux. Toutes les vaches ont été correctement identifiées. Au début de l'étude, il y avait dix-huit vaches non gestantes dans le troupeau. Le troupeau a été étudié pendant cinq mois, de Février - Juin. Deux personnes ont observé les vaches pendant ce temps sur deux surfaces différentes: les pâturages et les caillebotis en béton .L'œstrus a été détectée dans trois périodes d'observation quotidienne de 30 minutes. La boiterie a été marquée une fois par semaine.

Les cinq façons différentes de mesurer la boiterie ont montré une variation pour les vaches individuelles et ont été comparés. Les résultats n'ont montré aucune corrélation entre les cinq façons différentes de mesurer la boiterie et de l'intensité d'expression d'œstrus subclinique. On en conclut que la boiterie subclinique n'influence pas l'expression d'œstrus.

Introduction :

En élevage laitier, la boiterie est l'un des principaux problèmes cliniques et économiques (6, 8). Non seulement se référant à ces vaches avec une boiterie sévère, mais également à ceux qui ont un problème subclinique. Les bergers sont, en général, conscients de l'importance de la boiterie, mais ils largement sous-estiment la prévalence de la boiterie dans leur propre troupeau; des chercheurs vétérinaires ont estimés les prévalences 2,5 fois plus élevées que les agriculteurs (27). En dehors de taux (4, 22, 26), altération de la fertilité (4, 16) et une diminution de la production laitière (14,15) l'abattage, les aspects de protection des animaux doivent aussi être considérés.

Le comportement œstral peut être compromis en raison de la claudication clinique pendant la période du post-partum (16). Cela se traduira par de faibles taux de détection et les indices de fertilité sont ainsi faibles (12, 20). En général, la détection des chaleurs visuelle devient de plus en plus difficile (21,24). Selon (Britt et al. (2)), le type de sol est le facteur le plus important affectant l'expression du comportement œstral en outre, influences directes du type de sol et des conséquences indirectes pourraient également être de pertinence. Des bétons étages (souvent lattes) peuvent être dangereux pour les pieds de bovins est l'une des raisons de la forte prévalence de la boiterie dans les systèmes modernes de logement. Cependant, en dehors des cas cliniquement déclarés, un grand nombre de vaches a des problèmes mineurs dans leurs griffes qui sont désignés comme la boiterie subclinique (13) et pourraient être responsables de la faible intensité du comportement œstrale (24). La présente étude est donc destinée à l'évaluation de la relation entre la boiterie subclinique et d'expression d'œstrus.

a. matériaux et méthodes :

1) Les animaux étaient toutes les vaches non gestantes dans un troupeau laitier « Holstein Frisonne » d'environ 45 animaux avec un laminage à la production de lait de troupeau de 10703 kg par vache, avec 4,08% de matières grasses et de protéines de 3,39%. Au début de l'étude, il y avait dix-huit vaches non gestantes dans le troupeau. Les vaches ont été observées pendant deux mois et demi sur chacune des deux surfaces différentes: caillebotis en béton et des pâturages. Les vaches ont été traitées trois fois par jour à 07h15, 15h15 et 22h00 et logées dans un système de stabulation libre avec un plancher en caillebotis béton et cabines avec tapis de caoutchouc et de la literie de la sciure de bois pour la première partie de l'étude. Pendant la deuxième partie, les vaches étaient au pâturage de 9h00 à 17h00.

Les vaches ont été observées trois fois par jour, selon (Van Eerdenburg et al. (23)). Le troupeau a été étudié pendant cinq mois, de Février - Juin 2000. Deux personnes ont observé les vaches pendant ce temps. Les heures d'observation étaient 10h15, 13h30, 18h30 et ils ont

duré exactement 30 minutes. Un score total pour chaque période d'observation a été calculé et un résumé de roulement de 24 heures a été calculé. Si le score d'œstrus dépassait 50 points en 24 heures, la vache a été considéré comme en œstrus (11, 23)

Lorsque l'œstrus n'a pas été détecté visuellement pour 30 jours (si aucune expression d'œstrus n'a été montrée au cours des observations), une palpation rectale a été réalisée afin d'assurer l'absence d'un corps jaune. Si un corps jaune a été détectée le taux de progestérone dans le lait (voir ci-dessous) ont été analysés afin de déterminer si et quand une ovulation avait eu lieu.

Des échantillons de lait ont été prélevés sur toutes les vaches dans l'étude, deux fois par semaine, le jeudi et le mardi à 15,h15 , après la traite. Les échantillons ont été conservées par l'addition de thimérosal (10 mg / ml), stocké à 4 ° C d'abord pendant un maximum de deux semaines. Les tubes ont été agités à 2135 RPM (800G), à 5 °C, pendant 10 minutes. Le lait écrémé a été stocké à -20 ° C jusqu'au dosage. Le niveau de progestérone a été estimé par un essai radio-immunologique direct à l'aide de la méthode de « DielemanSchoenmakers et (5) ». Les échantillons des vaches qui n'ont pas montré l'œstrus ont tous été testés. Parmi les vaches qui ont montré un comportement œstral, seuls deux échantillons, c'est à dire du jour de l'œstrus et 10 jours plus tard, ont été testés pour confirmer la détection visuelle. Le seuil d'envisager une vache en chaleur était un niveau de progestérone <1 ng suivi d'une augmentation> 3 ng dans les dix jours.

Afin de déterminer le niveau de la boiterie clinique plusieurs méthodes ont été utilisées:

1) La démarche et la posture score: le score de la locomotion en cinq points décrit par (Sprecher (22)) a été effectuée une fois par semaine.

2) Le classement des lésions des griffes: en soulevant les pieds, les lésions ont été comptabilisées et évaluées par une personne en fonction de (Greenough et Vermunt (10)). Ce score arithmétique a été corrigé par la suite avec un score géométrique, 0-16 (10). De cette manière, le problème de marquer une griffe avec un ulcère grave dans la semelle semblable à une avec quelques hémorragies mineures a été évitée.

3) L'angle du pied : un système de notation de 3 points sur la base de la rotation externe des pattes arrière par rapport à la colonne vertébrale est couramment utilisé dans la clinique ambulatoire de la faculté vétérinaire de l'université « d'Utrecht » dans les programmes de santé du troupeau. L'angle est déterminé comme étant l'angle entre la colonne vertébrale et l'espace interdigital de chaque griffe des pattes postérieures. Si l'angle est <17 ° le score est de 1, entre 17 ° et 24 ° le score est de 2 et > 24 ° le score est de 3. Ces scores sont corrélés avec

CHAPITRE IV INCIDENCE DES BOITERIES SUR LA FERTILITE

aucun ou des problèmes mineurs, des problèmes modérés ou graves en ce qui concerne la dermatite digitale ou d'autres maladies, malformations de la semelle (J. van Amerongen communication personnelle). Chaque vache a été marquée au moins une fois par mois. Pour obtenir une idée générale de la santé des sabots de l'animal, les scores des deux pattes arrière ont été additionnées, résultant en un angle de pieds marquant 2-6.

4) Cinq mesures anatomiques du sabot : deux mesures de griffes ont été obtenus une fois par mois :

4.1) Diagonal, c'est la distance entre la pointe de l'orteil et la racine des cheveux arrière, il a été mesuré avec une règle (1).

4.2) La frontière dorsale, c'est la distance entre la racine dorsale des cheveux et la pointe de l'orteil ; il a été mesuré à l'aide d'un diviseur (1). Pour ces deux mesures la moyenne entre les deux pieds a été utilisée dans l'analyse statistique.

Pour analyser les données, une analyse de régression et de corrélation de Pearson entre l'intensité de l'expression de l'œstrus et la boiterie, un système de notation et des mesures ont été calculées en utilisant le SPSS. S'il y'avait plus d'une période d'œstrus observée chez une vache, la moyenne des scores de détection d'œstrus a été utilisée pour calculer la corrélation. Les premiers post partum et les périodes œstrales n'ont pas été inclus dans l'analyse.

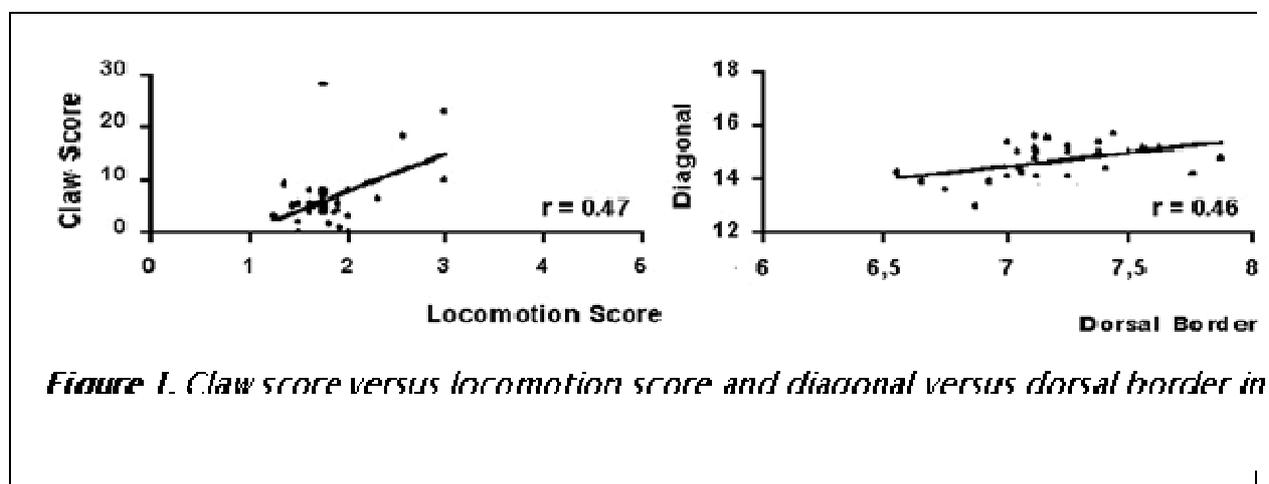


Figure 1. Claw score versus locomotion score and diagonal versus dorsal border in

Figure 01 : Le score de griffe par rapport au pointage de locomotion et en diagonale par rapport à la frontière dorsale.

b. Résultats :

Pendant les cinq mois d'observations, 68 périodes œstrales ont été détectées visuellement. En outre, 12 périodes œstrales n'ont pas été observées, mais démontrées par les taux de progestérone dans le lait ; conduisant ainsi à un taux de détection de la méthode visuelle de 85%. Toutes les vaches détectées visuellement ont été confirmées en œstrus.

Treize périodes œstrales ont été exclues de l'étude parce qu'elles étaient les premières chaleurs après le vêlage. Trois de ces treize premières périodes œstrales n'ont pas été détectés par l'analyse des niveaux de progestérone dans le lait. Les vaches diagnostiquées par le vétérinaire en tant que non-cyclique ont également été exclues de l'étude. Enfin, les données des périodes de 67 à 31 vaches en œstrus ont été analysées.

Les corrélations entre les scores de boiterie sont énumérées dans le tableau 1. Un diagramme de dispersion de la partition de la griffe et la locomotion est présenté dans la figure 1. Les mesures anatomiques (de frontière diagonale et frontière dorsale) ont eu de corrélation de Pearson de 0,462.

Il y avait trouvé entre le score d'expression d'œstrus et les paramètres de boiterie comme le montre la figure 2 et le tableau 2 pas de corrélation.

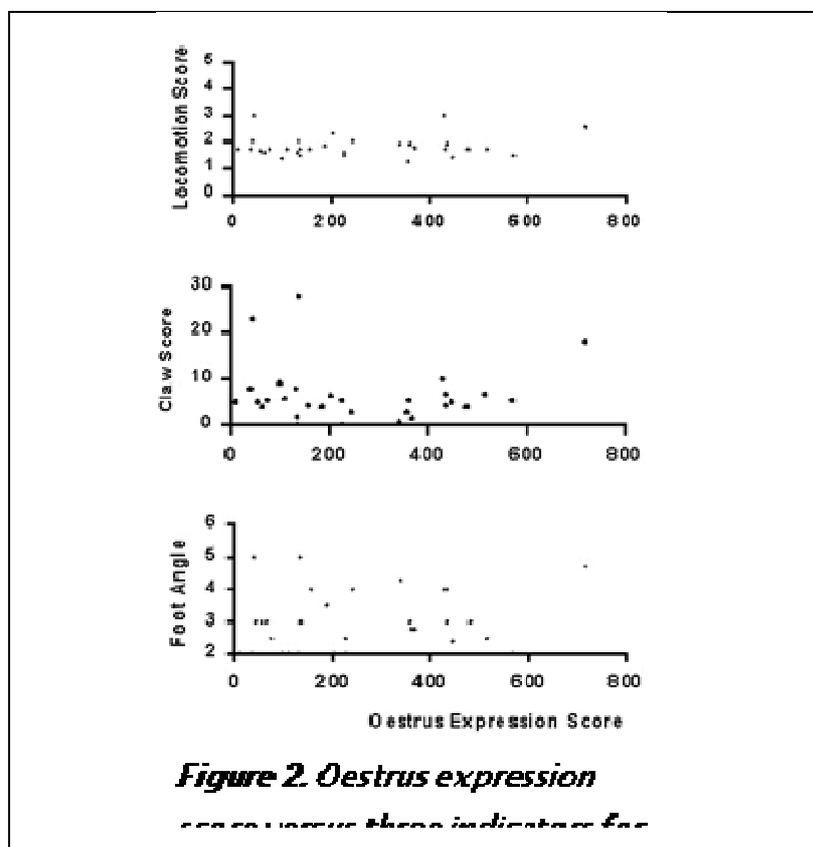


Figure 02 : Les expressions d'œstrus marquées contre trois indications pour la boiterie

c. Discussion :

La méthode visuelle de détection de l'œstrus : faire trois observations par jour et un seuil de 50 points, a donné lieu à un taux de 85% de détection. Si les données correspondant aux premières périodes d'œstrus après le vêlage ont été exclues, le taux de détection aurait été de 86,5%. Ces résultats sont en concordance avec le 77,1% tel que rapporté par (Van Vliet et Van Eerdenburg (24)) pour trois observations par jour à des heures d'observation similaires. Toutes les vaches qui ont été détectés visuellement étaient en œstrus comme l'a confirmé le taux de progestérone. Comme dans d'autres études antérieures (11, 17, 23), on peut conclure que le procédé de détection de l'œstrus visuel est fiable.

2) La présente étude a été menée dans une ferme néerlandaise standard, avec un troupeau sain, où le parage est régulièrement fait, ce qui entraîne une faible incidence de lésions infectieuses du pied (7, 19). Dans ces conditions il y'a eu encore quelques problèmes de griffes, mais la plupart d'entre eux dans une lumière ou un grade subclinique. En accord avec (Greenough et Vermunt (10)), le score de la lésion de la griffe s'est avéré être une méthode fiable pour mesurer la boiterie subclinique. Comme il est également rapporté par (Leach et al. (13)) seulement environ 10% des animaux avaient des lésions libres. Le score de locomotion utilisé dans cette étude est un bon instrument pour détecter la boiterie clinique, cependant, il est moins efficace dans la détection de la boiterie subclinique (27). Cela confirme notre définition de la boiterie « subclinique » pas décelée par l'agriculteur. Un agriculteur ne lève pas habituellement les griffes de ses vaches sur une base fréquente et donc ne détecte pas les problèmes en regardant la démarche de ses animaux.

(Boettcher et al. (3)) fait état d'un faible coefficient de régression avec la position arrière des pieds quand seulement fourbure doux est présent. Ceci est confirmé par la faible corrélation entre l'angle du pied et le score de la griffe dans la présente étude. La corrélation entre l'angle du pied et le score de locomotion que l'on trouve par nous (0,331 ; $p = 0,068$), indique que la mesure de l'angle du pied pourrait être un moyen de surveillance des troupeaux à l'égard de la boiterie.

(Boelling et Pollott (1)) visent la mesure en diagonale comme le meilleur trait unique de la griffe en raison de sa forte corrélation avec la frontière dorsale (0,80). Dans la présente étude une corrélation de 0,46 ($p = 0,009$) entre la frontière diagonale et la frontière dorsale a été trouvé, ce qui n'est pas aussi élevé, mais encore considérable. Toutefois, dans la présente

étude, aucune corrélation n'a été trouvée entre les scores de la boiterie et les mesures anatomiques.

Les résultats de cette étude indiquent qu'il n'y a pas de corrélation entre la boiterie et de l'intensité d'expression d'œstrus subclinique. Jusqu'à présent, la boiterie a été rapportée comme l'un des principaux facteurs responsables des taux pauvres de reproduction. (Weaver (25)) a déclaré que l'œstrus pourraient être moins facilement détectés dans les vaches boiteuses parce qu'ils vont mentir pour de plus longues périodes. Cependant, (Galindo et al, (9)) ont déclaré qu'il n'y avait aucune différence dans le temps moyen entre les vaches boiteuses debout et les vaches non boiteuses. La relation entre la boiterie sévère et l'expression d'œstrus semble être tout à fait évidente. Une vache boiteuse n'exprime pas certains symptômes œstraux, surtout debout pour être montée. (Collick et al, (4)) a suggéré que la boiterie, lorsqu'elle n'est pas traitée et compliquée par l'incapacité prolongée sans ulcération, n'a pas été associée à la fertilité sérieusement réduite; ils ont également prouvé que le "score clinique de l'effet" a été corrélée avec les résultats de fertilité. La définition de la boiterie et de sa gravité semble d'importance par rapport aux taux de détection d'œstrus comme le démontre (Peeler et al. (18)), qui a présenté la boiterie avant le service comme un facteur de risque de ne pas détecter les chaleurs, avec (odds ratio de 1,42). Mais ils se sont référés à une vache boiteuse que celle qui été diagnostiquée par l'agriculteur, étant les cas cliniques. En outre, en essayant d'expliquer le rapport de côtes, ils mentionnent non seulement l'obstacle physique à cause de la boiterie, mais aussi que la vache boiteuse aurait pu être isolé du troupeau et avait donc moins l'occasion d'exprimer un comportement œstral.

Spéculer sur la raison de ne pas trouver une corrélation entre la boiterie subclinique et d'expression d'œstrus, on pourrait imaginer que c'était grâce à des bovins d'évolution sélectionnés pour masquer ses blessures, y compris les maux de griffes, afin d'éviter d'être une proie. (Logue et al. (15)), qui a observé que toutes les vaches avec ulcères de la sole montrer le soutien de la boiterie.

Nous pouvons conclure que la boiterie subclinique n'affecte pas l'intensité de l'expression d'œstrus.

II) Influence de la boiterie sur la croissance folliculaire, l'ovulation, les concentrations d'hormones de la reproduction et le comportement d'oestrus chez les vaches laitières :

a. Résumé :

L'objectif de cette étude était d'examiner l'effet d'un stress chronique « la boiterie » sur les paramètres de reproduction. Soixante-dix vaches 30-80 jours post-partum ont été marqués pour boiterie et phases folliculaires synchronisés avec GnRH suivi sept jours plus tard par la prostaglandine (PG). Quinze animaux Lame n'ont pas répondu à la GnRH stimulation ovarienne. Progestérone de lait pendant 5 jours avant PG était plus faible chez les vaches boiteuses restantes que troupeaux sains camarades. Moins de vaches boiteuses ovulé (26/37 contre 17/18; $P = 0,04$) et l'intervalle de PG à l'ovulation était plus courte chez les vaches boiteuses. Dans un sous-ensemble (20 animaux), la fréquence des impulsions de LH était semblable dans l'ovulation (animaux boiteux et santé), mais plus faible dans la non-ovulation. Un pic de LH toujours précédée ovulation, mais la boiterie ne affecte pas l'intervalle de PG au pic de LH concentrations d'épilepsie ou LH surtension. Avant le pic de LH, estradiol était plus faible chez les vaches qui n'ont pas ovulé par rapport à ceux qui ont ovulé et les concentrations d'estradiol étaient positivement corrélées avec la fréquence d'impulsion de LH. En sous-ensemble 2 (45 vaches), Lame vaches ovulent avaient un oestrus moins intense que les vaches en bonne santé, bien que les vaches boiteuses commencé oestrus et se tinrent à être monté plus tôt que les vaches en bonne santé. En conclusion, nous avons identifié plusieurs paramètres pour expliquer la faible fertilité chez certains animaux stressés chroniquement. De 30 à 80 jours post-partum, il y avait un effet gradué qui variait de 29% les vaches boiteuses avec absence de l'activité ovarienne, alors que 21% ne ont pas les vaches boiteuses pour exprimer oestrus ou ovuler faible follicule ostrogénique; Dans 50% des vaches, de nombreux paramètres de la reproduction ne étaient pas affectés par la boiterie.

Mots-clés: boiterie, bovins laitiers, follicule, l'ovulation, œstrus

b. Introduction

Plusieurs études sur les mécanismes intervenant lors sous la fertilité induite par le stress ont utilisé des modèles de stress aiguë ou répétée (dite chronique) chez les rongeurs et les ruminants détenus dans des conditions expérimentales [1-5]. Toutefois, pour être significative et pertinente dans le monde réel, il est nécessaire d'examiner les facteurs de

stress chroniques spontanés vraiment. Les vaches qui ont été continuellement boiteux pendant plusieurs semaines exigent plus d'inséminations par la grossesse et ont un taux de grossesse inférieur à la première insémination après le vêlage [6-8]. Ainsi, la boiterie est un facteur de stress chronique naturellement approprié pour étude.

Les vaches boiteuses font sécréter de l'œstradiol, beaucoup d'œstrus exprès et sont inséminées, mais le taux de grossesse à la première insémination est ~ 10% inférieure [6]. En outre, il a été suggéré qu'il existe une plus grande incidence de follicules persistants (kystes) chez les vaches laitières. Cela implique un échec de l'ovulation, et donc la réduction de la fertilité chez les vaches boiteuses pourrait être due à l'absence d'une poussée suffisante ovulatoire de LH chez certaines vaches. En outre, des études chez les ovins ont indiqué que les facteurs de stress aigus, tels que les transports ou de l'insuline pendant la phase folliculaire, inférieure fréquence d'impulsion de LH et retarder ou bloquer le pic de LH [12], mais l'effet de facteurs de stress chroniques sur les modèles de LH (impulsions et surtensions) chez les ruminants ne ont pas encore été étudiés.

Nos travaux antérieurs chez les bovins ont établi l'intensité de l'œstrus inférieure chez les vaches laitières boiteuses mais des profils similaires d'œstradiol par jour de lait [9,10]. C'était surprenant que cette dernière hormone soit un régulateur à proximité des deux œstrus et de LH pré-ovulatoire surtensions chez les animaux sains [12]. Ainsi, pour étudier davantage les mécanismes possibles par lesquels certaines vaches boiteuses chroniques sont moins fertiles que les troupeaux camarades sains, nous avons augmenté la fréquence de nos observations pour tester les hypothèses que: (a) les taux de croissance folliculaire sont plus lents; (B) la relation entre les profils d'œstradiol et progestérone plasmatiques est perturbée (et comme une expression de l'œstrus conséquence est perturbée); (C) la fréquence des impulsions de plasma de LH est réduite; et (d) le plasma LH survient au mauvais moment où est plus susceptible d'être totalement absent.

C. Matériel et méthodes :

C.1. Animaux :

Cette étude a été réalisée sous une licence Home Office britannique pour le travail sur les animaux vivants et avec l'approbation du processus d'examen éthique de l'Université de Liverpool. L'étude a été menée sur deux fermes commerciales avec 230 et 150 vaches de mai à Novembre en deux années successives. Un total de 25 vaches ont été utilisées dans une année, et 45 vaches en année 2, avec des chiffres similaires dans chaque ferme dans les deux

ans. Dans l'ensemble, 70 multipares vaches Holstein en lactation ont été vaches et ceux sans conditions cliniques de confusion, sauf la boiterie inscrits sain. Il n'y avait pas de sélection en ce qui concerne le statut de reproduction, à savoir si l'oestrus avait été observé. Comme il n'y avait pas de chèques post-vêlage ou pré-sélection étant effectuées, l'état de l'ovaire était inconnu au début de l'étude. Vaches inscrits à l'étude une fois entre 30 et 80 jours post-partum et à un moment donné, pas plus de 12 vaches ont été surveillés. Dans la première année, les profils LH ont été examinés dans un sous-ensemble de 2 x 10 vaches (5 vaches ne ont pas été échantillonnés fréquemment); la deuxième année, les 45 vaches ont fait l'objet d'observations comportementales fréquentes (méthodologies sont détaillées ci-dessous). Chaque troupeau moyenne ~9000 kg de lait par lactation avec la traite (y compris les vaches d'étude) à partir de 06,00 h et 16,00 h chaque jour. Au cours de l'étude, les animaux sur une ferme étaient au pré avec une ration supplémentaire totale mélangée (RTM) alimenté à l'intérieur pendant une heure immédiatement après chaque traite. Vaches sur la deuxième ferme ont été gardés à l'intérieur tout au long et nourris ad libitum TMR. Les sabots des vaches avaient été régulièrement parés à la fin de la lactation précédente.

Les vaches ont été marquées pour la boiterie par le même observateur à travers l'utilisation d'un système normalisé 1-5 [13]. Boiterie a été réalisée hebdomadaire de trois semaines avant la synchronisation du cycle de l'oestrus, pour un total de cinq semaines pour permettre le calcul d'un score moyen pour cette maladie chronique. Animaux avec un score moyen $<1,5$ ont été classés comme non lame et ceux avec ≥ 1.5 ou plus ont été classés comme lame. Les animaux qui étaient non-lame ont été définis comme sain.

Il a été suggéré que note d'état corporel (BCS) et le nombre de cellules somatiques élevés (SCC) peuvent influencer sur la fertilité [14,15], de sorte que ces paramètres ont également été mesurés pour l'inclusion dans les analyses statistiques. BCS a été déterminé chaque semaine par le même observateur à travers l'utilisation d'un 1-5 (faible à élever) système de notation. Animaux avec BCS moyennes $<1,5$ ont été classés comme faible note d'état corporel (BCS) faible et ceux avec un score moyen de ≥ 1.5 à 3,0 ont été classés comme modérée évaluation de l'état corporel (BCS modérée). Vache individuel commun CSC de lait ont été mesurées toutes les quatre à six semaines par des sociétés commerciales employées par les exploitations individuelles (National Milk dossiers PLC, Chippenham, Royaume-Uni ou les bovins Service d'information, Watford, Royaume-Uni). Les animaux atteints de mammite clinique (présence de caillots ou de lait liquide, avec ou sans mamelles enflammées) ont été exclus de l'étude. La CSC des vaches immédiatement avant la synchronisation du

cycle œstral a été utilisée pour définir le statut en vigueur de la vache. Un nombre de cellules <100000 cellules / ml ont été classés comme faible CSC et un comptage $\geq 100,000$ cellules / ml a été classé en tant que haut.

C.2. La synchronisation du cycle œstral :

Phases folliculaire ovarienne ont été synchronisées pour faciliter les échographies fréquentes et le prélèvement de sang. Comme nous l'avons déjà observé que les concentrations de progestérone endogènes sont plus faibles dans la phase lutéale tardive des animaux boiteux [10], la progestérone exogène a été évitée dans le protocole de synchronisation. Ainsi, les vaches ont reçu 100 μg de buséreline (GnRH; 2,5 ml Receptal; Intervet, Milton Keynes, Royaume-Uni) lors de la traite du matin suivi sept jours plus tard par 500 μg cloprosténol (PG; 2ml Estrumate; Schering-Plough, Uxbridge, Royaume-Uni).

C.3. Échantillonnage de lait :

Des échantillons de lait pour l'analyse de l'hormone ont été prises chaque jour pendant 3 semaines avant l'administration de GnRH et puis quotidiennement jusqu'à ce que le jour après l'injection PG. Entre 2 à 7 jours après PG, la fréquence des collections augmentées à deux fois par jour, puis tous les jours pendant 3 semaines pour surveiller le profil de la progestérone ultérieure. Tous les échantillons ont été prélevés juste avant la traite et immédiatement stockés à -20°C sans agent de conservation.

C.4. L'échographie :

Les ovaires de tous les animaux ont été scannées à intervalles de 12h par le rectum avec un concept / MCV vétérinaire Scanner ultrasons en utilisant une sonde de réseau linéaire de 7,5 MHz (imagerie dynamique, Livingstone, Royaume-Uni) de l'administration PG jusqu'à l'ovulation ou l'apparition d'une nouvelle vague folliculaire. Follicules ont été identifiés comme des structures non-échogènes avec une frontière définie entre la paroi folliculaire et de l'antra. Les corps jaunes ont été identifiés structures échogènes que granuleuses avec une nette démarcation du stroma ovarien normal moins échogène. Les diamètres ont été calculés comme étant la moyenne du plus grand diamètre et une mesure perpendiculaire. Follicules dominants ont été définis comme ceux qui ont atteint un diamètre interne ≥ 10 mm en l'absence d'autres follicules en croissance active [18,19]. L'ovulation a été considéré comme ayant eu lieu lorsque un follicule > 10 mm était absent lors de la prochaine échographie 12 h

plus tard ; le moment de l'ovulation a été prise comme 6 h avant la disparition soudaine du plus grand follicule.

C.5. Prise de sang :

En année 1, impulsions et de surtension sécrétion de LH modèles ont été examinés dans un sous-ensemble comprenant deux groupes de 10 animaux souvent saigné sur une ferme. Pour faciliter le prélèvement de sang fréquentes, cathéters préparés à partir de tubes silastic (0,040 pouces ID, 0,086 pouces OD, 0,023 pouces mur ; Sani-Tech, Bio Pur Technology Ltd., Denmead, Royaume-Uni) ont été placés dans la veine jugulaire gauche sous anesthésie locale juste avant l'injection PG. La partie d'extrusion externe du cathéter a été protégé par plâtre bande d'oxyde de zinc super-collé à la peau. Entre échantillonnages, les cathéters ont été remplis avec une solution saline héparinisée (50 UI / ml) et occlus avec un verrou coiffé Leur-aiguille émoussée qui dépassait de la bande de plâtre. Antibiotique prophylactique (Ceftiofur 1 mg / kg; Excenel RTU; Pfizer Ltd., Sandwich, Royaume-Uni) a été administré par voie sous cutanée à l'insertion du cathéter et au retrait 5-6 jours plus tard. Des échantillons de sang ont été prélevés à injection PG et 24 h plus tard ; et, pour évaluer les paramètres d'impulsion, la fréquence a été augmentée à toutes les 15 minutes de 38 à 46 h après PG. Par la suite, l'échantillonnage a continué tous les deux h jusqu'à l'ovulation a été identifié par échographie. Si l'ovulation ne se produit pas, 2 h échantillonnage a continué jusqu'à l'apparition d'une nouvelle vague folliculaire (environ 5-6 jours après l'injection de PG). Au cours de la période d'échantillonnage toutes les 15 min de huit heures, les vaches ont été retenus en plaçant une corde dans le dos d'un accès gratuit décrochage / cellule dans laquelle ils pourraient rester assis ou debout avec un accès à la nourriture et de l'eau. Par la suite, les vaches ont été retenus dans ces stands pour ~ 10 min à chaque prélèvement de sang, puis libéré immédiatement d'avoir un accès gratuit à une superficie totale de 200 m².

C.6. Dosages hormonaux :

Progestérone, a été analysée comme «métabolites prégnante» dans 50 UI des échantillons de lait entier en utilisant un dosage EIA établie [10]. Les échantillons ont été comparés avec une série de concentration standard préparée en utilisant la progestérone chez Sigma-Aldrich, Poole, Royaume-Uni. La quantité minimale détectable était 0,015 ng / ml; et les intra et inter-dosage coefficients de variation étaient de 7,8% et 15%, respectivement.

Estradiol a été mesurée dans 0,5 ml de plasma après extraction avec de l'éther di-éthylique en utilisant un kit MAIA fabriqué par (BiodataSpA), Rome, Italie, en utilisant une modification précédemment décrit [9]. Les échantillons ont été comparés avec une préparation standard obtenue auprès de Sigma-Aldrich, Poole, Royaume-Uni. La quantité minimale détectable était de 0,2 pg / ml; les coefficients intra et inter-dosage de variation a été de 13,5% et 16,5%, respectivement.

LH a été analysée en utilisant 50 pl. de plasma à impulsions examiner, tandis que les échantillons à mesurer le pic de LH ont été dilués 1: 5 avec du tampon phosphate, pH 7,0. Le test était une EIE modifiée à partir de [20]. En bref, l'anticorps utilisé était 518 LH-B7 élevé dans une souris contre LH bovine [21]. La dilution de travail des anticorps était de 1: 800 000. LH bovine (NIH-BLH-B10, AFP-5551B) et la LH ovine (NIH-oLH-518) pour les normes et le marquage enzymatique ont été obtenus à partir de Prof (AF Parlow), Torrance, Californie, USA. Étiquetage enzymatique a été réalisée en utilisant un (EZ-Link sulpho- NHS- LC Biotinylation Kit Produit # 21430 auprès de Pierce, Rockford, Illinois, USA. L'étiquette de la LH ovine biotynylated été utilisé à une dilution de travail de 1: 100 000). La quantité minimale détectable a été 0.15ng / ml, et les intra et inter-dosage coefficients de variation était de 3,5% et 15,5%, respectivement. Un pic de LH a été définie comme une augmentation de la LH concentrations > 8 ng / ml pour les deux échantillons consécutifs pris deux heures d'intervalle.

C.7. L'observation visuelle du comportement de l'œstrus :

En année 2, 2-test comprenant 45 vaches a été observée pour le comportement de l'œstrus pendant 7 jours suivants PG sur les deux fermes avec des conditions et de la méthodologie décrite ci-dessus. En résumé, en plus de la numérisation deux fois par jour et le prélèvement de sang pendant la phase folliculaire, la fréquence et l'intensité des huit signes comportementaux de chaleurs différentes ont été observées pendant 30 minutes toutes les 3 heures. Les signes de l'œstrus ont été analysés par une méthode de notation pondéré; vaches ont reçu des «points» en fonction du nombre de fois un signe de comportement de l'œstrus a

été observée dans une période d'observation de 30 min. Un animal était considéré comme en œstrus lorsque la somme des points dans une période consécutive d'observation de 30 min a dépassé 100 points. En raison du régime d'observation horaire 3, l'apparition de comportement a été définie comme 1,5 heures avant la première observation positive et la fin que 1,5 h après la dernière observation positive. Le nombre total de points reçus sur une période de l'œstrus ensemble a été considérée comme une mesure de l'intensité.

C.8. Analyse statistique :

Les différences statistiques ont été considérés lors $P \leq 0,05$. Toutes les données ont été analysées à l'aide de Minitab (Version 14; Minitab Inc. Pennsylvania, USA). La croissance folliculaire a été déterminée que l'augmentation quotidienne moyenne de diamètre folliculaire entre le temps d'administration et PG dernier échographie avant l'ovulation. Ferme, Année, BCS et SCC ont été inclus dans tous les modèles statistiques que possibles, mais on a trouvé de ne pas être importants et si éloigné des modèles finaux.

Les corrélations entre les variables ont été examinées en utilisant la corrélation de Pearson ou la corrélation de Pearson classé pour les données non paramétriques. L'association entre les animaux qui ovoulaient et la catégorie de la boiterie a été étudié par analyse de χ -carré. Des différences de comportement entre les groupes ont été examinées par le test t de « Student ». D'autres méthodes de statistiques inclus de la variance GLM utilisant des comparaisons simultanées avec les facteurs fixes de boiterie et l'ovulation. Pour variance GLM mesures répétées, facteurs de boiterie et de l'ovulation ont été imbriqués dans des animaux individuels. LH fréquences d'impulsions ont été comparés en utilisant des tests de Mann-Whitney pour les données non paramétriques. Évaluation des intervalles de temps de PG oestrus comportements impliqués régression avec des tests de vie (analyse de survie).

C.9. Analyse d'impulsion de LH :

Impulsions de la sécrétion de LH au-dessus de référence ont été identifiés en utilisant un programme d'analyse d'impulsion PC-PULSAR (Gitzen & Ramirez, Université de l'Illinois, USA. Version 3.0) basé sur l'algorithme Pulsar [23]. G-valeurs utilisées étaient $G1 = 3,8$, $G2 = 2,6$, $1,9 = G3$, $G4$ et $G5 = 1,5 = 1,2$. Baxter paramètres ont été calculés pour chaque essai à partir de laquelle les données ont été utilisées et étaient spécifiques pour chaque animal [24]. Impulsions litigieuses ont été réexaminées et confirmées en établissant l'absence de chevauchement des erreurs dérivés à la fois $G1 \times$ Baxter écarts types (SD) et $G1 \times$ SD réelle des doublons. Fréquence d'impulsion a ensuite été calculée en divisant le nombre d'impulsions complètes par la durée de la période d'échantillonnage.

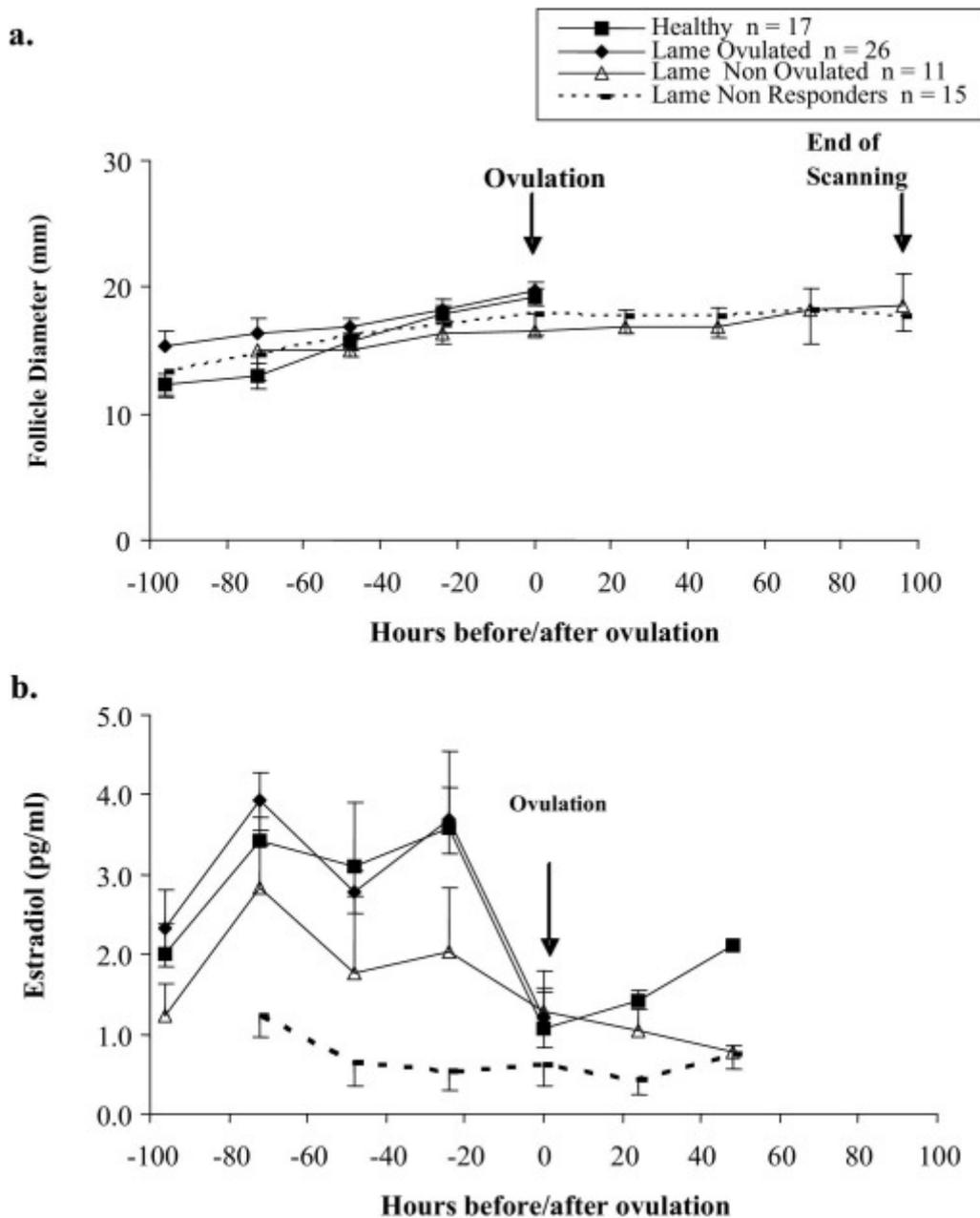
f. Résultats :

Une concentration de la progestérone "non lutéale" (0,17 ng / ml) a été calculée comme la concentration en phase folliculaire moyenne plus deux fois l'écart-type de 18 vaches saines. Profils de progestérone ont révélé 15 animaux boiteux qui ne répondent pas à la synchronisation œstrus (valeurs de progestérone sont restés à ou en dessous de 0,17 ng / ml jusqu'à la fête du 4 après PG, et aucun ovulé) ; ceux-ci ont été classés comme non répondeurs. Les animaux restants qui ont eu une augmentation de la progestérone en réponse à la synchronisation ont été classés en ceux qui ont fait ou n'ont pas l'ovulation, pour former les groupes suivants qui reflètent l'augmentation des perturbations par la boiterie: non boiteux ovulé (santé, n = 17); non boiteux ovulé (n = 1; cette vache a été retiré de toutes les autres analyses, sauf les données sur les taux de l'ovulation dans le paragraphe suivant); lame ovulé (n = 26); lame et non ovulé (n = 11). Ainsi, avec le 15 lame non répondeurs, un total de 69 animaux ont été étudiés plus loin.

Dans l'ensemble, une plus grande proportion de la santé (17/18) que lame (26/52) vaches ovulé (P = 0,001 ; χ -carré = 11,15). Lorsque les 15 vaches lame non répondeurs ont été retirés de l'analyse, moins de vaches boiteuses ne avaient toujours pas ovulé (P = 0,04 ; χ -carré = 4,15).

d.1. Follicules :

Au moment de l'injection PG, chaque vache, indépendamment du groupe, avait un follicule en croissance active au moins de diamètre de 10 mm qui s'est développée jusqu'à un maximum de 14 à 31 mm. Le taux de croissance folliculaire moyenne du PG à l'ovulation ne était pas différente entre lame et des vaches en bonne santé, qu'ils ont ovulé ou non (figure 1a; $1,4 \pm 0,2$ vs $2,1 \pm 0,2$ mm / jour; P = 0,06; n = 69). Diamètre maximum du follicule dominant a été défini comme le diamètre juste avant l'ovulation (temps moyen pour les vaches en bonne santé = $4,4 \pm 0,3$ jours après PG) ou le diamètre de la Journée 4,5 chez les animaux qui n'ont pas ovulé. Les diamètres maximum de follicules dominants n'étaient pas différents entre santé et les vaches lame ovulés (P = 1,0). Les diamètres maximum de follicules dominants qui ont ou n'ont pas ovulent ne étaient pas différents (P = 0,75). Pour les vaches qui ne ovulent, le temps du PG à l'ovulation était plus courte chez les vaches boiteuses par rapport aux vaches en bonne santé ($4,1 \pm 0,1$ vs $4,4 \pm 0,2$ jours; p = 0,04).



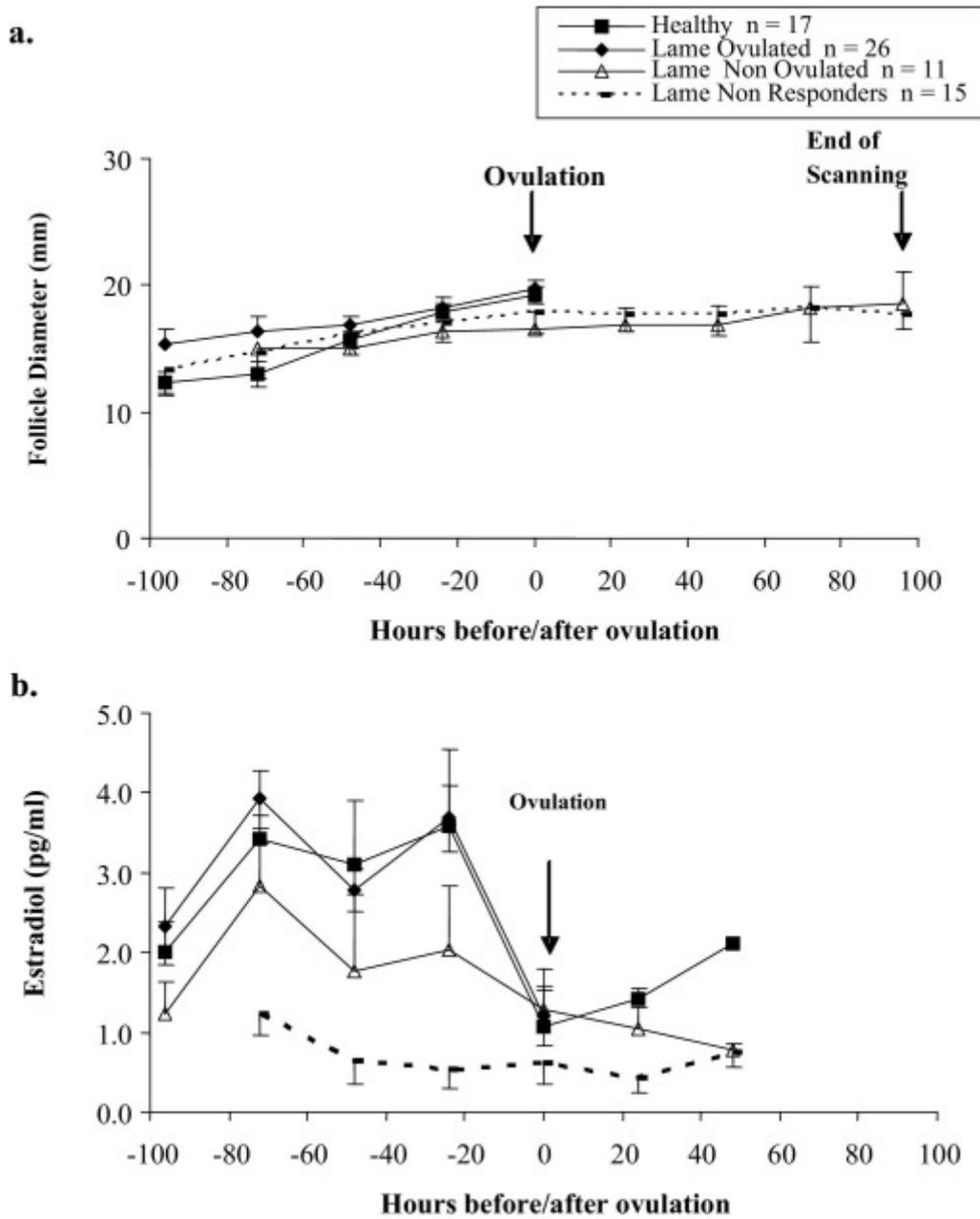


Fig. 01 : (la moyenne du diamètre folliculaire (barres d'erreur: SEM), et (b) les concentrations plasmatiques moyennes d'estradiol (barres d'erreur: SEM) les phases folliculaires synchronisés chez des vaches boiteuses (GnRH suivi sept jours plus tard par PG). Les données pour les groupes non-ovulation ...

d.2. Analyses hormonales chez tous les animaux :

Pour la période de cinq jours avant l'injection PG, les concentrations moyennes de progestérone de lait chez les animaux en bonne santé étaient plus élevés que dans les trois groupes de vaches boiteuses (Figure 2; $P = 0,04$). Les concentrations de progestérone étaient intermédiaires dans les deux vaches boiteuses ovulés et Lame non ovulés; et les animaux Lame non répondeurs avaient les concentrations les plus faibles (Figure 2; $P = 0,009$). Les concentrations moyennes de progestérone de lait ne étaient pas différents entre tous les groupes dans la période péri-ovulatoire (pré-ovulation de Jour de Fête une après l'ovulation) et le jour 5 (Fig. 2.). Les concentrations au jour 7 étaient plus élevés dans l'ovulation animaux (santé et les groupes ovulés Lame) que chez les vaches Lame non répondeurs; Ovulés animaux boiteux avaient également des concentrations plus élevées que Lame non ovulés animaux (tableau 2; Fig. 2; $P = 0,05$). Au cours de la phase lutéale mi 12-17 jours après l'ovulation, les concentrations moyennes de progestérone étaient plus élevés chez les vaches Lame ovulés que dans Lame non ovulé et les animaux Lame non réponse (Fig. 2; $P = 0,0003$).

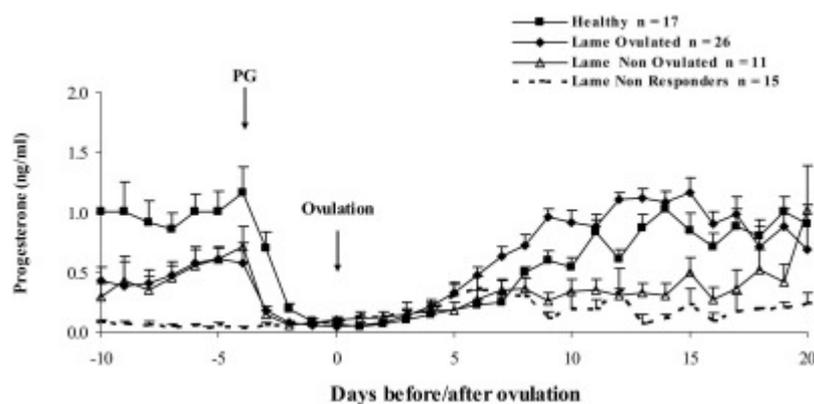


Fig02: Les concentrations de progestérone dans le lait (ng / ml) chez les vache boiteuses différente avant, pendant et après la synchronisation hormonal (GnRH suivi sept jours plus tard par PG).

d.3. Analyse hormonale chez les animaux fréquemment sang échantillonnées :

Sous-ensemble 1 est composée de quatre saines et 16 vaches boiteuses, et 17 sur les 20 a répondu à la synchronisation du cycle œstral (donc, il y avait trois Lame non répondeurs). Douze des 17 animaux répondant ovulé, comprenant quatre saines et 8 Lame ovulé vaches; laissant cinq vaches Lame non ovulés (tableau 3). Tous les fréquemment sang échantillonné animaux avaient une BCS de 2,5

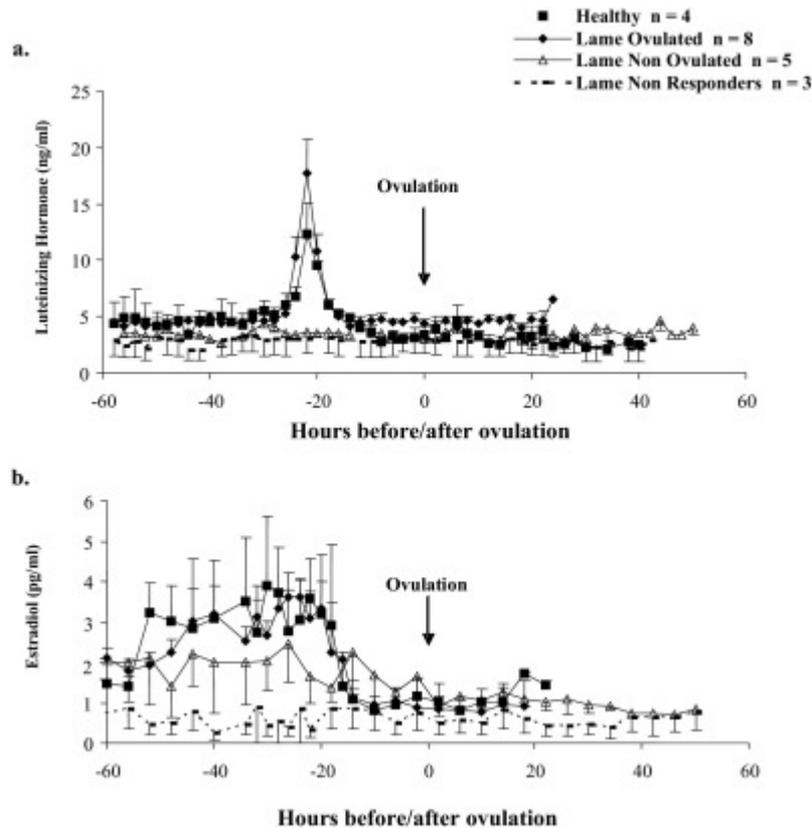
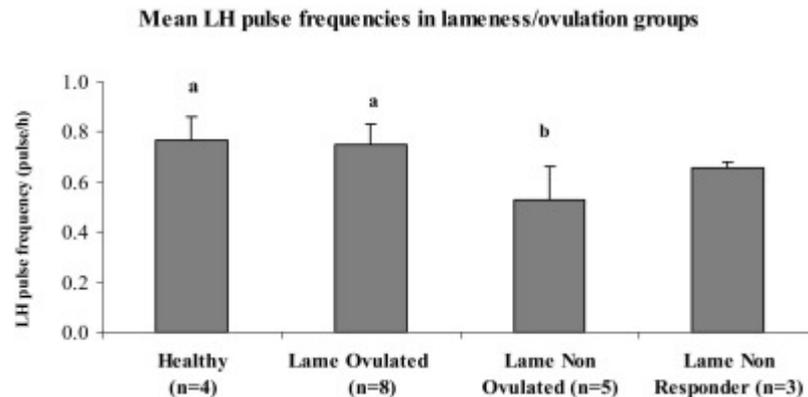


Fig03 : Les concentrations plasmatiques de a) LH (ng / ml) et b) d'œstradiol (pg / ml) chez les vaches boiteuses différentes pendant les phases folliculaires synchronisées (GnRH suivi sept jours plus tard par PG). Les données pour les groupes non-ovulation ont été alignées à la Journée 4,5

Au cours de la période de 22 à 40 h avant l'ovulation (c'est à dire, au cours de la période de 18 heures avant le pic de LH), les concentrations moyennes plasmatiques d'œstradiol dans le groupe des vaches non boiteuses étaient inférieures à ceux Lame ovulé et des vaches en bonne santé (Fig. 3b; $P = 0,03$ et $P = 0,05$, respectivement). Au cours de la même période, les concentrations d'œstradiol étaient plus élevés dans tous les animaux que par la suite ovulé (santé + Lame ovulé) que dans tous la non-ovulation des vaches combinés (Lame non ovulé + Lame non répondeurs; $3,7 \pm 0,4$ vs $1,4 \pm 0,6$ pg / ml, $P = 0,006$).

LH amplitude d'impulsion (ng / ml) moyen ne était pas différente entre tous les groupes ($n = 20$, $P = 0,6$; santé: $0,89 \pm 0,17$; Lame non ovulé: $0,68 \pm 0,17$; Lame ovulé: $1,3 \pm 0,23$; Lame non répondeur: $0,53 \pm 0,16$). La moyenne LH fréquence d'impulsion ne était pas différente entre les animaux sains et Lame ovulés ($P = 0,9$) mais les animaux Lame non ovulés eu des fréquences plus basses (Fig. 4; $P = 0,04$). Lame vaches non-répondeurs avaient une fréquence d'impulsion de LH similaire à celle des animaux Lame ovulés (Fig. 4; $P = 0,06$). LH fréquence d'impulsion était plus faible chez tous les animaux qui n'ont pas ensuite ovulent

(Lame non ovulé + Lame non répondeurs) que dans toutes les vaches ovulent combinés (sain + Lame ovulés) ($p = 0,001$). Fréquence d'impulsion de LH était positivement corrélée avec les concentrations d'estradiol moyennes tant au moment de l'échantillonnage d'impulsion ($r = 0,59$, $P = 0,006$), et plus la période de 18 h avant le pic de LH ($r = 0,64$; $P = 0,002$).



Histogramme de fréquence moyenne de LH d'impulsions (impulsions / h + SEM) pour tous les animaux dans chaque groupe (les valeurs averses $P = 0,04$).

d.4. Les observations visuelles du comportement de l'œstrus :

Sous-ensemble deux vaches ont été observés pour le comportement de l'œstrus et comprenaient 13 animaux sains ; 15 Lame ovulé ; 6 Lame non ovulé ; et 11 Lame non répondeurs. Seulement trois des vaches boiteuses ou non ovulés Lame non répondeurs ont montré aucun signe de comportement (et seulement une ou deux renflements chacun tout au long de la période observée) et donc aucun des 17 animaux dans ces deux groupes ont été considérés comme ayant été en œstrus (score minimum nécessite > 100 points en une période de 30 min). Sur les premiers 45 vaches, 28 (62%) affichent des signes de chaleurs, dans lequel il y avait moins de vaches boiteuses (13/13 vs 15/32 Lame saine; $P = 0,001$; χ -carrés = 11,1). Lorsque les 11 animaux Lame non répondeurs ont été retirés de l'analyse statistique, il y avait 28/34 vaches (82%) observés en œstrus, mais encore, il y avait moins de vaches Lame en œstrus (13/13 vs 15/21 Lame saine; $P = 0,03$; χ -carré = 4,5).

Les vaches boiteuses avaient un œstrus moins intense et une baisse œstrus Note maximum par période de 30 min que les vaches en bonne santé (tableau 4; $P = 0,02$ et $0,05$, respectivement). Cependant, les intervalles de PG au début de l'œstrus et de la première cage-à-être-monté (STBM) étaient plus courts pour les vaches boiteuses que saine vaches (tableau 4 ; $P = 0,004$ et $0,002$, respectivement). Tous les animaux qui présentaient œstrus ovulé et vice versa, indépendamment du statut de la boiterie.

e. Discussion :

Quatre groupes distincts de vaches dans l'étude ont été révélés lors classées par boiterie et l'activité de reproduction, à savoir: 1) les vaches boiteuses qui étaient totalement insensible à la synchronisation régime-29% de toutes les vaches boiteuses; 2) les vaches boiteuses qui ont répondu à la synchronisation mais ne ovulent-21% de toutes les vaches boiteuses; 3) les vaches boiteuses qui ont répondu à la synchronisation et ovulé-50% de toutes les vaches boiteuses; et 4) les animaux en bonne santé qui ont répondu à l'oestrus synchronisation, qui tous ont ovulé pendant la période de l'étude. Ainsi, dans la période de 30 à 80 jours post-partum, il y avait un effet graduel de la boiterie chez les vaches laitières, allant de fermeture totale de l'activité ovarienne (même ne répond pas à la stimulation hormonale exogène) de l'activité ovarienne ne étant pas affecté par la boiterie.

D'autres ont suggéré que certaines vaches boiteuses ont un retour retardé à la cyclicité ovarienne régulière / l'ovulation dans la période du post-partum [25]. La présente étude avance ces observations, en montrant que 50% des vaches boiteuses n'a pas ovuler ou expriment oestrus même après stimulation hormonale externe dans la période post-partum 30-80 jours après le vêlage. Nous proposons que peu de réponses aux hormones endogènes ou exogènes contribuent à la baisse de la fécondité dans certaines vaches boiteuses après l'insémination à ce moment économiquement cruciale.

Tous les animaux de la présente étude avaient un follicule de plus de 10 mm que par la suite grandi dans tous les groupes indiquant que les mécanismes de contrôle émergence folliculaire, la sélection et la croissance physique ne étaient pas affectés par la boiterie, indépendamment du statut de la progestérone avant. Ces mécanismes semblent, par conséquent, d'être différentes de celles en période de stress de chaleur dans lequel la croissance et la taille ont été touchées. En outre, les diamètres maximum obtenus étaient similaires dans les deux sains et Lame vaches-bien, chez les vaches ovulent Lame non, la structure a persisté pendant plus longtemps. En outre, nous avons montré pour la première fois que les grands follicules qui ne ovulent restés physiquement présent, mais ne étaient pas fonctionnel, c'est à dire, les concentrations d'hormones dans le plasma périphérique étaient basale et une autre vague de follicules éventuellement développés. Ces nouvelles observations sont en accord avec l'association positive entre la boiterie et de l'incidence du diagnostic de kyste de l'ovaire. Il est intéressant dans la présente étude, les vaches boiteuses ovulé plus tôt dans l'oestrus que les animaux en bonne santé ; la raison pour laquelle ne est pas claire. Il est

connu que le processus de balayage lui-même n'a aucune influence sur le moment de l'ovulation.

Dans la période post-partum précoce des vaches en bonne santé, la FSH provoque la croissance du follicule initiale ; impulsions de LH adéquates puis stimulent la production d'estradiol par phase folliculaire follicules dominants de retard et sont suivis successivement par le comportement de l'œstrus, un pic de LH, l'ovulation et la formation d'un bon corps jaune (défini comme une production de la concentration de progestérone maximum pour 12 à 15 d). Il nécessite un follicule dominant entièrement fonctionnel pour former un bon corps jaune avec un profil «mature» de la progestérone. Souvent, la première CL post-partum est «immature» et produit des concentrations maximales inférieures de progestérone pendant une période plus courte (7-9d). De nouvelles observations dans la présente étude, nous suggérons que la boiterie (méditée par une faible fréquence d'impulsion LH associé) soit tend à retarder la formation d'un bon follicule, et donc peut retarder la croissance du corps jaune optimale et la fonction ; ou, en dépit de l'émergence d'un bon follicule, la pauvre fonction ultérieure conduit finalement à une faible production de progestérone. Preuve de ce dernier a été fournie par notre étude précédente qui a révélé des profils de progestérone faible chez les vaches non-synchronisée Lame à un moment similaire après le vêlage [10]. La présence d'un immature résultat corps jaune dans réduite amorçage de la progestérone à un moment critique pour la réalisation de la réactivité hypothalamique à l'estradiol. Quelle que soit la cause, les concentrations de progestérone dans tous les groupes de vaches boiteuses dans la présente étude étaient inférieures chez les animaux sains. En outre, les follicules qui avaient été lutéinisées par le traitement de synchronisation GnRH étaient incapables de produire un corps jaune entièrement fonctionnel avant la prostaglandine traitement dans les vaches boiteuses. Nos observations précédentes sur des animaux non-synchronisée ont, par conséquent, été étendues en montrant que les follicules chez certains animaux boiteux sont fonctionnellement immatures et ne répondent pas à la GnRH, bien que les follicules semblent être de taille suffisante.

Avant l'exposition à la progestérone dans une phase lutéale est sans doute important d'établir le comportement de l'œstrus et de l'ovulation normale mais les groupes Lame ovulation et non ovulation avaient des valeurs de progestérone antérieurs similaires, bien que plus faible que chez les vaches saines. Chez la brebis, l'exposition de la progestérone préalable adéquate conduit à une augmentation de la densité des récepteurs de l'estradiol dans

l'hypothalamus ventro-médiane, favorisant ainsi une nouvelle augmentation de LH fréquence d'impulsion, l'œstradiol induction de comportement de l'œstrus et un pic de LH.

Cependant, plus tard dans la phase folliculaire, les concentrations de progestérone étaient similaires chez les animaux sains et Lame, par conséquent, les concentrations suprabasales ne semblent pas contribuer à induite boiterie-réduit la fertilité comme suggéré dans d'autres études de l'infertilité, mais chez les génisses non boiteux [34]. En outre, ces animaux dans la présente étude qui a fait ovulation (100% des vaches en bonne santé et 50% de toutes les vaches boiteuses) avaient des profils similaires de progestérone dans la phase lutéale suivante. Cela indique que le faible taux de grossesse chez les vaches Lame est due à l'échec de l'ovulation, pas l'échec de l'appui lutéale pendant la phase lutéale début précédemment en surbrillance comme essentiel d'établir une grossesse réussie [35]. La moitié des vaches ont Lame phases lutéales déficientes, ce qui reflète l'absence d'ovulation du follicule dominant synchronisée. Il convient de noter, cependant, la présence de concentrations élevées de progestérone dans 3/11 de l'ovulation des vaches non boiteuses. C'étaient peut-être en raison de la lutéinisation spontanée du follicule dominant ou de l'ovulation après l'échographie avait cessé.

Dans une étude précédente, mesurant œstradiol dans des échantillons de lait par jour [10] et dans la présente étude lorsque les concentrations d'œstradiol ont été contrôlées deux fois par jour dans le plasma, nous étions incapables de détecter les différences entre les profils d'œstradiol en santé et les vaches boiteuses. C'est probablement parce que les mesures étaient trop rares au cours d'une phase folliculaire qui ne dure que 2-3 jours. Cependant, les concentrations d'œstradiol étaient plus faibles dans les échantillons de plasma prélevés plus fréquemment (toutes les 2 h) de Lame non ovulation et Lame non répondeurs vaches, bien que les follicules étaient de taille similaire chez tous les animaux. La présence d'une grande structure folliculaire a été associée à une forte production d'œstradiol chez les animaux avec une fréquence plus élevée des impulsions de LH; et seuls les mêmes animaux affichée comportement œstrus complète, eu un pic de LH et ovulé. Il n'est pas encore clair pourquoi 50% des vaches boiteuses avait impulsions de LH adéquates et des concentrations élevées en conséquence d'œstradiol tandis que 21% n'ont pas les vaches boiteuses (excluant les 29% Lame non répondeurs qui avaient impulsions de LH bas et bas œstradiol). Une fois un pic de LH se est produite, l'ovulation a suivi, sans différences de concentrations de synchronisation ou de LH entre le Boiteux et des groupes en santé. Cela ajoute du poids à la suggestion que l'ovulation s'est produite une fois que les seuils de LH et d'œstradiol pulsativité nécessaire à la

production d'un pic de LH ont été atteints. Les concentrations d'estradiol étaient plus élevées chez les animaux sains et ces animaux affichent un comportement de l'oestrus plus intense en accord avec d'autres travaux [28,36].

La présente étude est la première à montrer que les animaux stressés chroniquement spontanées qui n'ovulent pas (vaches boiteuses avec BCS de 2,5 dans ce cas) ont une faible pulsatile de LH. En outre, les deux fréquences d'impulsions de LH et estradiol les concentrations étaient plus faibles chez les animaux lame fréquemment saignées qui ne présentent pas de chaleurs ou ovulent que dans les animaux qui ont exprimé l'oestrus et ovulation. Ainsi, nous proposons que le stress chronique de la boiterie chez les vaches du post-partum est associée à une réduction graduelle de la production de l'hormone ovarienne (allant de mineures à graves, tels qu'identifiés ci-dessus). Ces effets proviennent principalement au niveau hypothalamique, car la fréquence des impulsions de LH est dictée par la fréquence des impulsions GnRH générés de cette région du cerveau chez les ruminants [37]. Le LH inférieure fréquence d'impulsion dans les vaches boiteuses qui ne ovulent pas réduit la capacité des follicules choisies pour produire l'estradiol suffisante pour induire un comportement d'oestrus intense, un pic de LH et l'ovulation. Ces nouveaux résultats obtenus au cours de stress chronique (bien que dans un petit nombre d'animaux) sont d'accord avec nos observations antérieures montrant que chez les ovins stress aigus tels que les transports ou l'hypoglycémie soudaine réduire LH fréquence d'impulsion que les concentrations d'estradiol finalement inférieurs [38]. De même, chez les bovins, l'administration aiguë de l'ACTH ou de transport réduit LH fréquence d'impulsion et l'estradiol résultant dans l'ovulation retardée [18,39]. Les concentrations de cortisol sont élevées après une exposition à ces facteurs de stress aigus mais pas chez les animaux boiteux chronique indiquant que cette hormone particulière dans l'axe de stress n'est pas impliquée [10,40].

Intensité est réduite en raison de l'oestrus à la boiterie a été précédemment décrite [10] et cela peut aussi être partiellement expliqué par la diminution de la progestérone amorçage qui réduit la réactivité à l'estradiol, réduisant ainsi l'intensité de l'expression de l'oestrus [41]. La douleur physique associée à la boiterie peut également diminuer l'activité marche et de montage [10]. La variabilité de l'intervalle entre l'apparition de l'oestrus et de l'ovulation rapportée par d'autres [42] peut être le résultat de l'effet de la boiterie comme révélé par la présente étude. Sur le plan pratique, la plus rapide apparition au début de l'oestrus après PG et le début antérieure de STBM par rapport à l'ovulation chez les animaux boiteux peut conduire à des heures incorrectes de l'insémination artificielle conduisant ensuite à une mauvaise fertilité.

En conclusion, la présente étude a fourni des preuves que 21% des animaux avec une condition de stress survenant spontanément (boiterie) manqué d'exprimer œstrus ou ovuler ce était une structure folliculaire contraire apparemment normale. En outre, 29% des animaux boiteux furent incapables de produire un follicule fonctionnel en réponse à la stimulation hormonale exogène. L'échec d'exprimer l'œstrus et de l'ovulation a sans doute été associée à une fréquence réduite d'impulsion de LH, les concentrations d'estradiol inférieures ou de la réactivité à l'estradiol, et l'absence d'un pic de LH. État corporel scores ont été inclus dans toutes les analyses statistiques et aucun influences ont été détectés sur un résultat.

Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour déterminer la raison pour laquelle 50% des animaux qui ne ont lame de même de faibles concentrations de progestérone antérieures ont réussi à maintenir des profils LH et estradiot normales, et l'ovulation, éventuellement produire un corps jaune fonctionnant normalement.

III) Comment la boiterie influe sur la santé de la reproduction et sur la performance ?

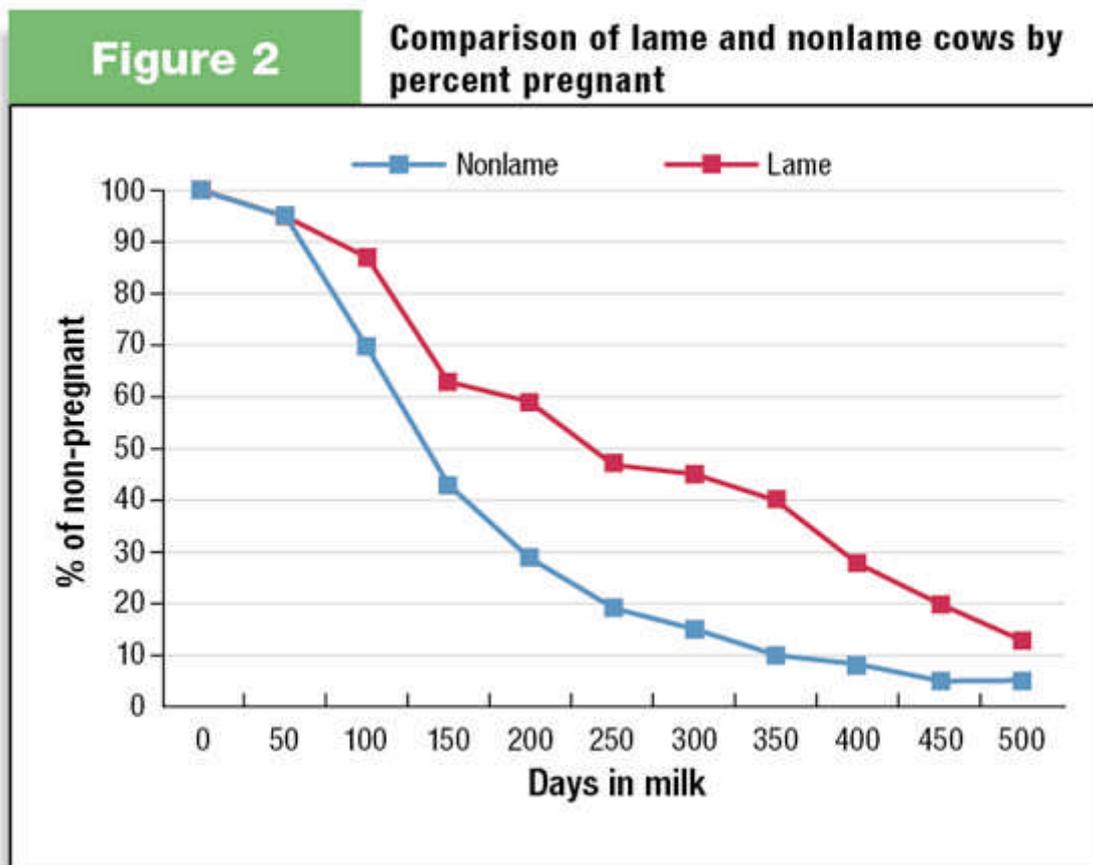
Connu comme l'un des plus grands problèmes de santé des États-Unis sur les laiteries, la boiterie coûte producteurs milliers de dollars chaque année à travers les factures de vétérinaire, des taux plus élevés d'abattage, la perte de production de lait et une baisse des performances de reproduction. Alors que la boiterie ne est pas souvent directement liée à l'échec de la reproduction, la recherche continue de montrer que les pieds endoloris sont étroitement liés à la performance des enclos d'élevage.

Lier la reproduction a la boiterie :

Les cinq causes identifiées de boiterie énumérée ci-dessus fournissent une idée de l'ampleur que la cause de boiterie peut être. L'un des principaux effets de la boiterie est la mauvaise performance dans l'enclos d'élevage, qui est en outre décrit dans la recherche ci-dessous. Les effets négatifs sur la reproduction observés chez les vaches boiteuses comprennent:

- Les signes pauvres de chaleur : les vaches boiteuses veulent passer le moins de temps sur leurs pieds que possible, ce qui signifie qu'ils peuvent souvent être trouvées en position couchée ; les vaches boiteuses ne peuvent pas montrer des signes de chaleur, car elles ne sont

pas debout pour être monté a d'autres. En outre, l'accent sur la fonction métabolique, il est beaucoup plus difficile pour les vaches à devenir gestantes.



- Les Jours d'ouverture :. Comme la figure le montre, les vaches boiteuses sont ouvertes pour une période de temps alors que les vaches en bonne santé plus longtemps. Une autre étude a révélé que les vaches avec ulcères de la sole étaient ouvertes 63 jours plus.

Les vaches avec deux ou plusieurs troubles de griffes étaient ouvertes pendant encore 13 jours plus longs pour un total de 76 jours de plus que des animaux sains.

- taux de conception Basse : les vaches boiteuses avec des lésions de griffes avaient 0,52 fois moins de chances de concevoir que les vaches saines. Le délai moyen de conception était de 40 jours de plus chez les vaches boiteuses avec des lésions de griffes, comparativement à des vaches saines.

Le nombre d'élevages par conception était significativement plus élevé par rapport aux vaches saines.

- Dans l'ensemble la performance de reproduction : Un essai terminé sur une laiterie de 3000 vache en Floride a trouvé que les vaches boiteuses qui connu kystes ovariens ont une baisse dans les statistiques de la reproduction, y compris les taux de conception de premier service et un taux de gestation.
- L'augmentation du risque d'abattage :les vaches qui ont marqué trois boiteries ou plus étaient 8,4 fois plus susceptibles d'être abattus du troupeau par rapport aux vaches marquant deux ou moins. Elles étaient également plus susceptibles de connaître une augmentation des jours pour le premier service, des journées portes ouvertes et des services par conception, qui sont en outre indiqué dans les tableaux ci-dessous.

Table 2**Fertility and culling of cows scoring greater than two for lameness**

Reproductive Parameter	Predictive Risk of Happening
Increased days to first service	2.8 times more likely
Increased days open	15.6 times more likely
Increased services/conception	9.0 times more likely
Culled	8.4 times more likely

Table 1**Reproductive responses by lame and nonlame cows**

Response	Lame Cows	Controls
CRFS (%)	17.5 ^a	42.6 ^b
PR (%)	85.0 ^a	92.6 ^b
Ovarian cysts (%)	25.0 ^a	11.1 ^b
Days to first service	98.8±6.9	94.8±5.5
^{a,b} superscripts differing within row indicate significant difference, $P \leq 0.05$		

Ce que nous pouvons faire: aller de l'avant pour l'amélioration du sabot :

Avec une relation identifiée entre la boiterie et la reproduction, il existe des possibilités d'apporter des améliorations:

- 1) Accepter que la boiterie arrive. Avant de traiter la boiterie, vous devez d'abord accepter comme un problème réel et évident sur laiteries aujourd'hui. Une étude britannique a révélé

que les producteurs ont estimé que 5,73 pour cent de leur troupeau était boiteux, alors qu'en réalité des observateurs indépendants identifiés 22 pour cent des vaches du troupeau étaient boiteuses. *Accepter que la boiterie peut être plus répandue dans votre troupeau que vous attendez est la première étape pour faire des changements.

2) Fixer une référence. : Un point de départ permet de déplacer votre troupeau vers l'avant et la boiterie est le meilleur endroit pour commencer. Noter des vaches dans différents groupes et de différents âges pour avoir une idée de la boiterie à travers l'ensemble du troupeau. La boiterie jettera les bases pour apporter des améliorations. Continuer à identifier les endroits d'amélioration et les défis potentiels auxquels se heurtent encore votre troupeau.

3) Consulter les experts. Si des problèmes de santé du sabot sont identifiés, travailler avec les consultants qui connaissent votre meilleure laitière. Votre vétérinaire, par exemple, peut aider la boiterie fournir une stratégie visant à apporter des améliorations. Si vous pensez que la nutrition peut influencer sur l'incidence de la boiterie, le travail avec votre nutritionniste pour assurer un niveau élevé de la fibre efficace est inclus dans la ration formulée pour maintenir les performances optimales du rumen.

4) Mettre l'accent sur la gestion : Continuer à apporter des améliorations à garder les pieds des vaches en bonne santé, offrant beaucoup d'espace pour s'allonger tapisser les zones où les vaches sont debout pendant de longues périodes de temps. Ces outils sont essentiels pour s'assurer que l'intégrité du sabot est maintenue.

Bien que la santé du sabot reste un problème sur laiteries, il existe des solutions pour atténuer les effets du problème. Le suivi des cas de boiterie et de reproduction pour voir comment ils s'influencent mutuellement, et comment des améliorations dans un domaine peuvent conduire à des avantages supplémentaires dans d'autres secteurs de la gestion des produits laitiers.

(Références omises en raison de l'espace, mais sont disponibles sur demande à editor@progressivedairy.com.)

IV) Résumé :

Bien marcher pour bien produire :

Un retour en gestation plus rapide avec les tapis souples :

Les tapis caoutchouc dans les couloirs de circulation améliorent l'expression des chaleurs et favorisent également la fécondité, en réduisant les problèmes de boiteries.



La gestion de la fertilité des vaches laitières est un des principaux défis de la conduite du troupeau laitier. De trop nombreuses réformes sont dues à des problèmes d'infertilité. C'est non seulement coûteux, mais cela complique aussi la sélection. En effet, cela impacte la stratégie de renouvellement, en restreignant le choix des femelles disponibles, ce qui contraint de conserver dans le troupeau des femelles de moindre valeur génétique.

Outre l'alimentation, l'impact de l'environnement a une grande influence sur la fertilité. Cela comprend la conception des surfaces sur lesquelles les animaux se déplacent.

Dans la pratique, la détection des chaleurs s'avère souvent délicate car la proportion d'anoestrus apparents a augmenté (chaleurs silencieuses). Un signe certain de l'œstrus est le chevauchement ou l'acceptation du chevauchement. Equiper les couloirs de tapis de caoutchouc peut provoquer un net changement dans les comportements. Comme l'illustre le

CHAPITRE IV INCIDENCE DES BOITERIES SUR LA FERTILITE

graphique ci-dessous, les animaux expriment jusqu'à quatre fois plus l'œstrus par le chevauchement (Benz, 2002 et Bendel, 2005), tout en se blessant moins, car les chutes consécutives aux glissades sont moins traumatisantes sur caoutchouc que sur béton.

**DEUXIEME
PARTIE**

**PARTIE
EXPERIMENTALE**

Introduction :

L'étude expérimentale a été initiée dans trois élevages différents par leur positionnement et leur environnement.

J'ai consacré tout mon travail à faire des statistiques au sein de ces exploitations agricoles et à prendre notes sur les problèmes que peut engendrer les boiteries sur la fertilité des vaches laitières ; donc tout le matériel utilisé pour cette exploitation était tout simplement le nombre d'animaux dans l'élevage ainsi les problèmes de saillie et de vêlage à un temps bien précis (2013-2014).

Le travail a été réalisé dans 3 fermes dans des régions différentes (Ain Kermès, Sougueur, Dahmouni).

Ain kermès, située à une centaine de kilomètres du chef-lieu de wilaya Tiaret ; Ain kermès daïra pastorale dont le climat est septique, donc semi favorable à l'élevage bovin, ovin ou autres.

La daïra de Sougueur, l'un des plus grands marchés abestiaux d'Algérie (second après El Harrach) d'après son importance. Cette exploitation est dotée de stabulation fixe et de logettes de sable ce qui la différencie des autres exploitations visitées.

La daïra de Dahmouni, un microclimat situé à une vingtaine de kilomètres de la wilaya de Tiaret et qui compte plusieurs exploitations diverses bien entretenues dont l'une d'elles « Ain Bouchakif ».

Ce travail a été fait par moi et deux praticiens privés qui suivaient les cheptels médicalement.

PARTIE EXPERIMENTALE

1ère exploitation :

Mr Guesmi (Ain kermès)

Tableau 01 : nombre d'animaux dans l'exploitation /vaches et génisses :

Nombre total d'animaux	Nombre de vaches	Nombre de génisses
79	45	14

Tableau 02 : nombre de vaches en lactation et au tarissement :

Nombre total d'animaux	Nombre de vaches en lactation	Nombre de vache au tarissement
79	45	20

Tableau 03 : nombre de vaches en lactation présentant des boiteries :

Nombre total d'animaux	Nombre de vaches en lactation	Nombre de vaches boiteuses
79	45	7

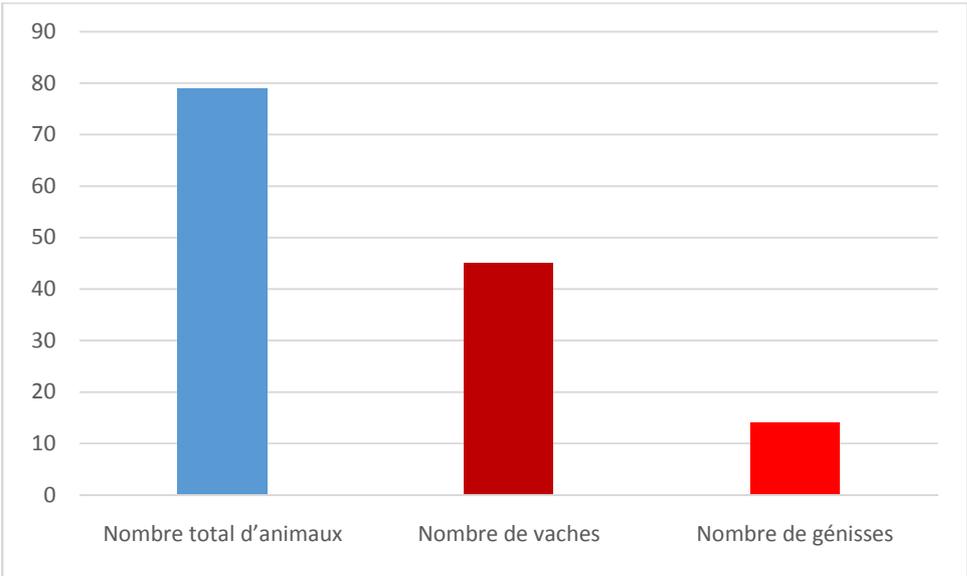
Tableau 04 : différents types de boiteries :

Boiteries	Panarisinterdigité	Dermatite inter digitée
7	6	1
%	85,72	14,28

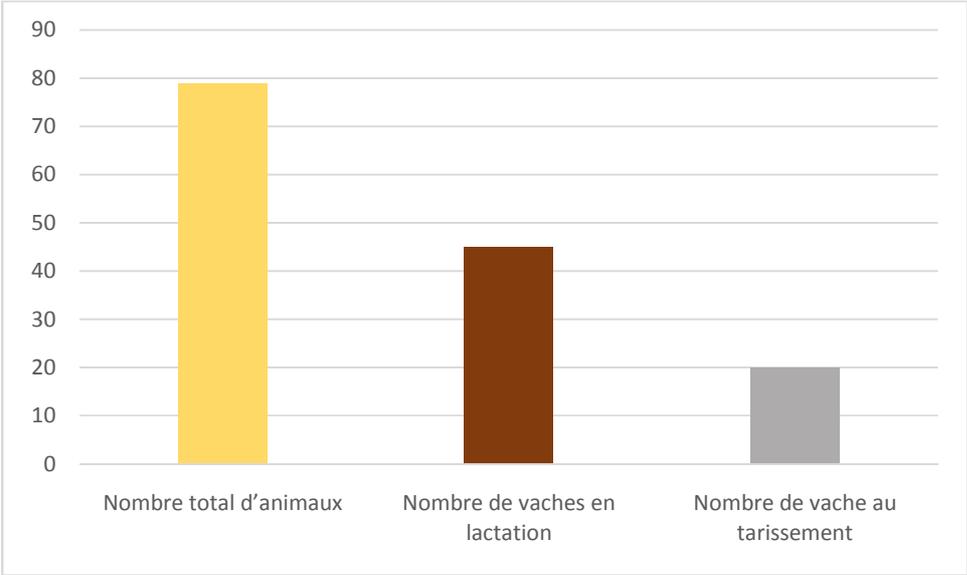
Tableau 05 : Les durées moyennes des intervalles vèlage-vèlage :

	Effectif	Moyenne (jours)
IV1-V2	4	422
IV2-V3	3	417
IVV Global	7	411

PARTIE EXPERIMENTALE

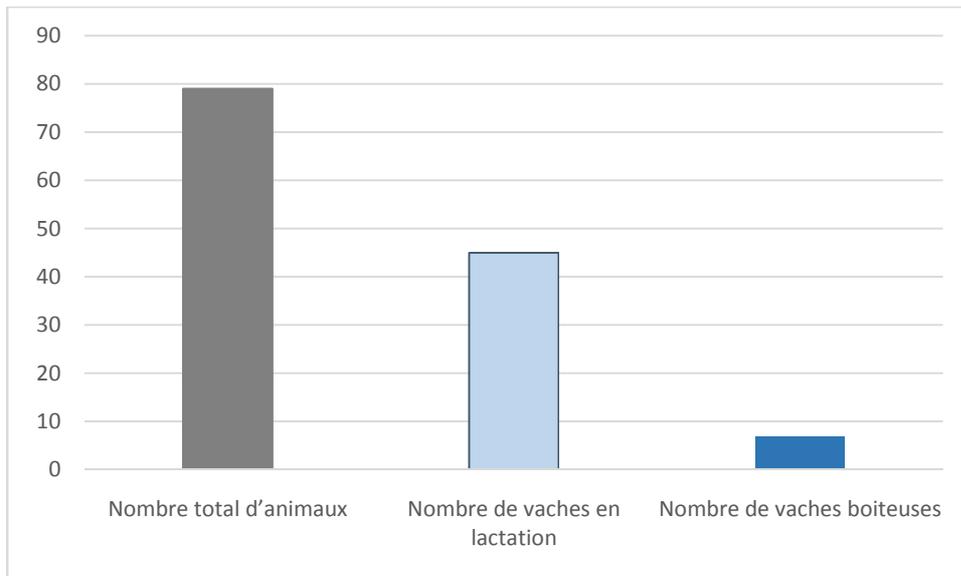


Nombre d'animaux dans l'exploitation /vaches et génisses

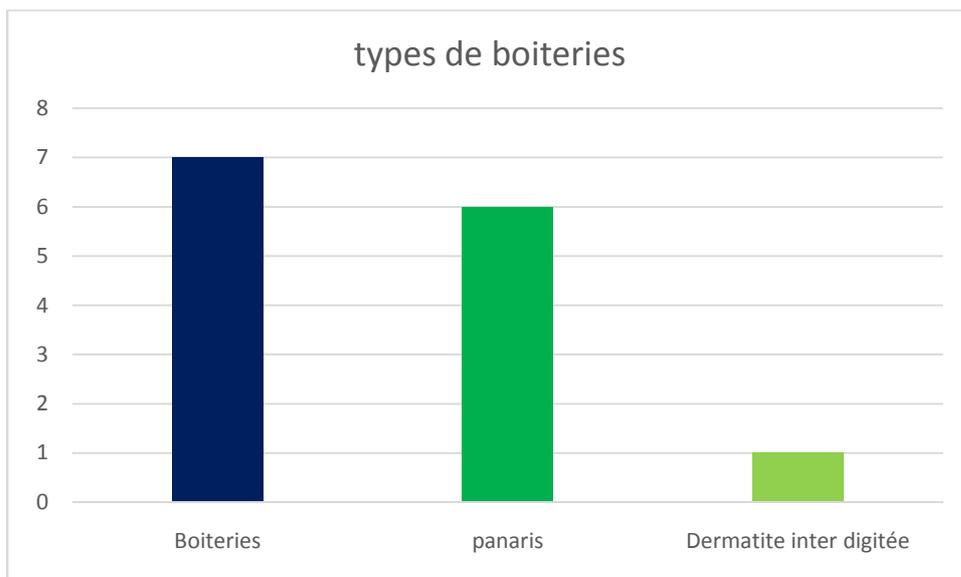


Nombre de vaches en lactation et au tarissement

PARTIE EXPERIMENTALE

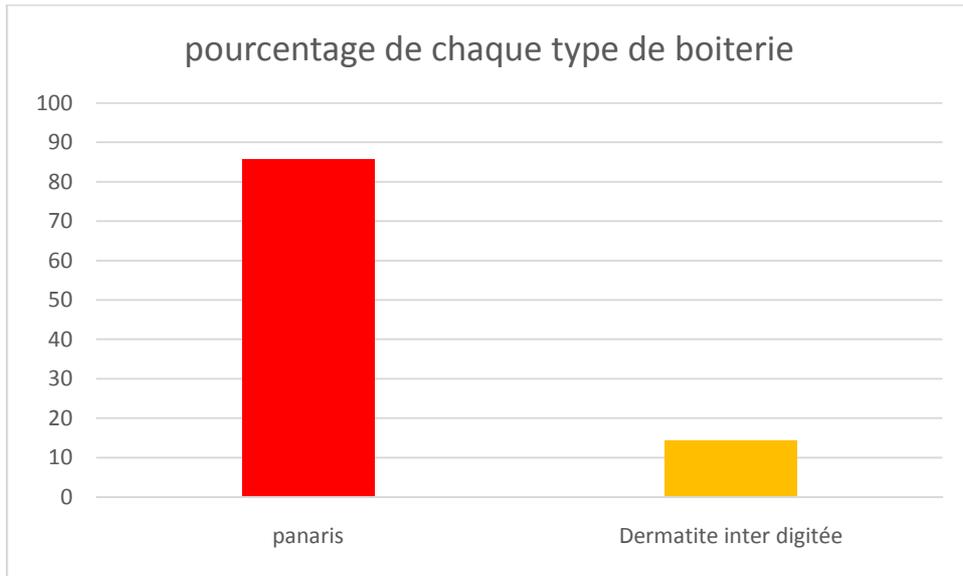


Nombre de vaches en lactation présentant des boiteries

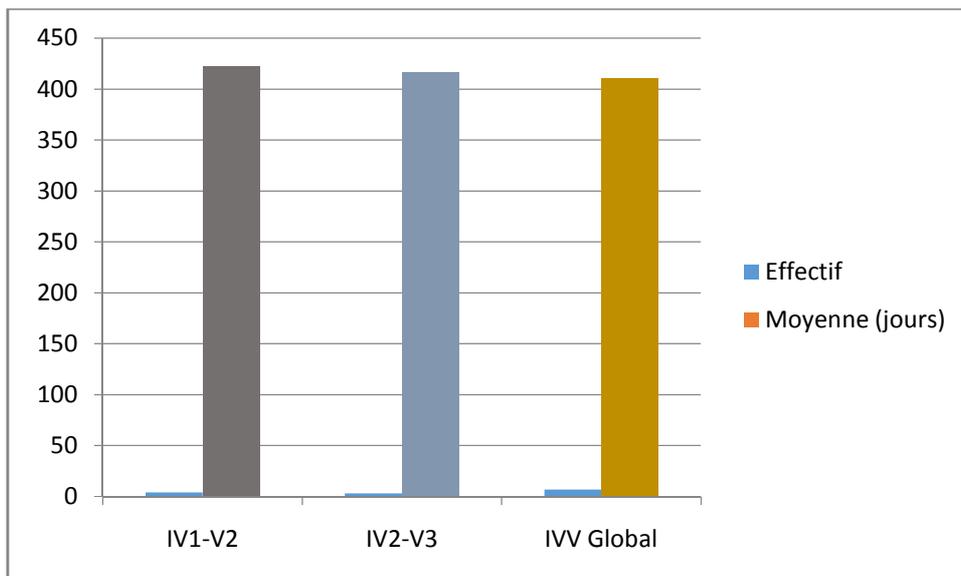


Différents types de boiteries

PARTIE EXPERIMENTALE



Pourcentage de chaque type de boiterie



Les durées moyennes des intervalles vèlage-vèlage

PARTIE EXPERIMENTALE

2ème exploitation :

Mr Chakour (sougueur)

Tableau 01 : nombre d'animaux dans l'exploitation /vaches et génisses :

Nombre total d'animaux	Nombre de vaches	Nombre de génisses
18	11	5

Tableau 02 : nombre de vaches en lactation et au tarissement :

Nombre total d'animaux	Nombre de vaches en lactation	Nombre de vache au tarissement
18	11	7

Tableau 03 : nombre de vaches en lactation présentant des boiteries :

Nombre total d'animaux	Nombre de vaches en lactation	Nombre de vaches boiteuses
18	11	3

Tableau 04 : différents types de boiteries :

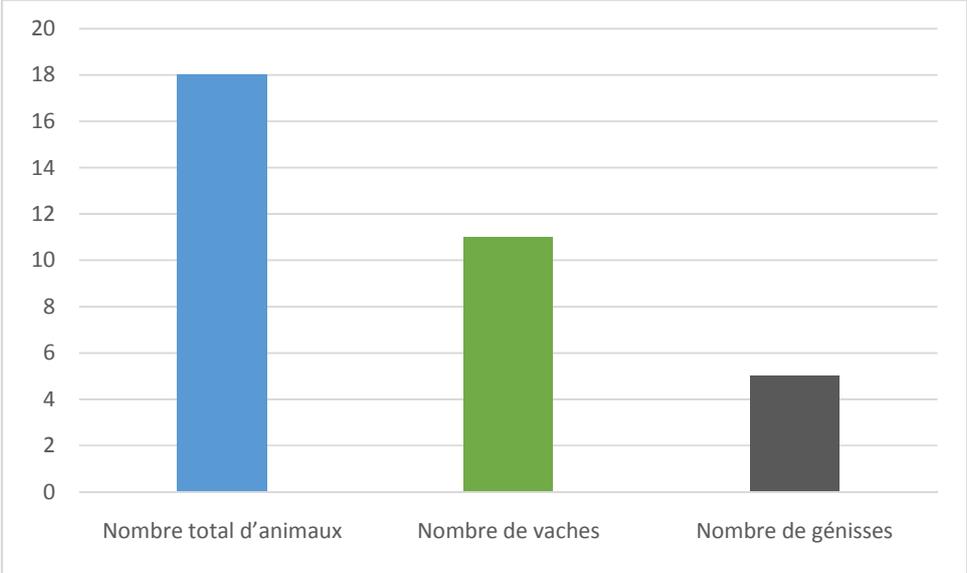
Boiteries	Dermatite inter digitée	Fourbure
3	2	1
%	66,66	33,33

Tableau 05 : Les durées moyennes des intervalles vèlage-vèlage :

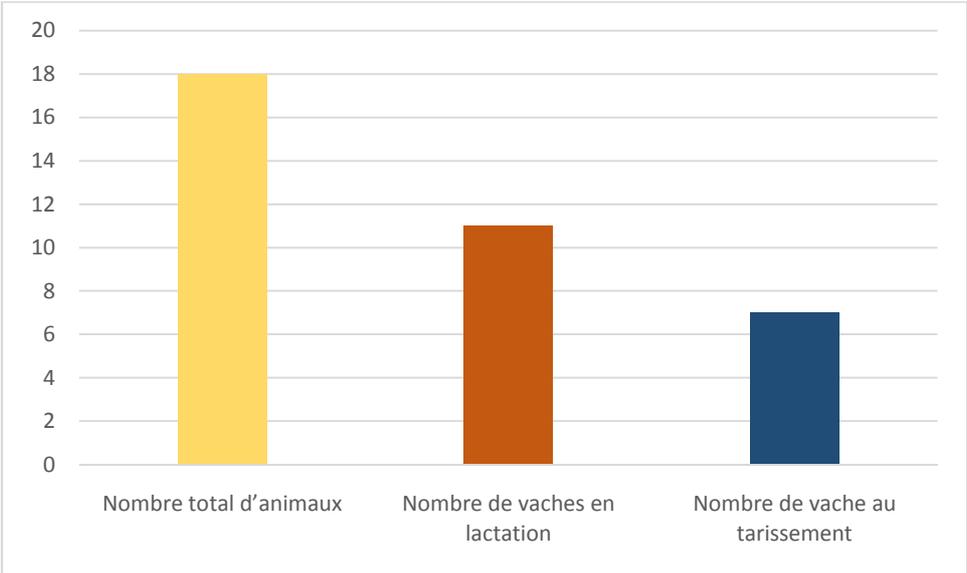
	Effectif	Moyenne (jours)
IV1-V2	3	393

Les durées moyennes des intervalles vèlage-vèlage

PARTIE EXPERIMENTALE

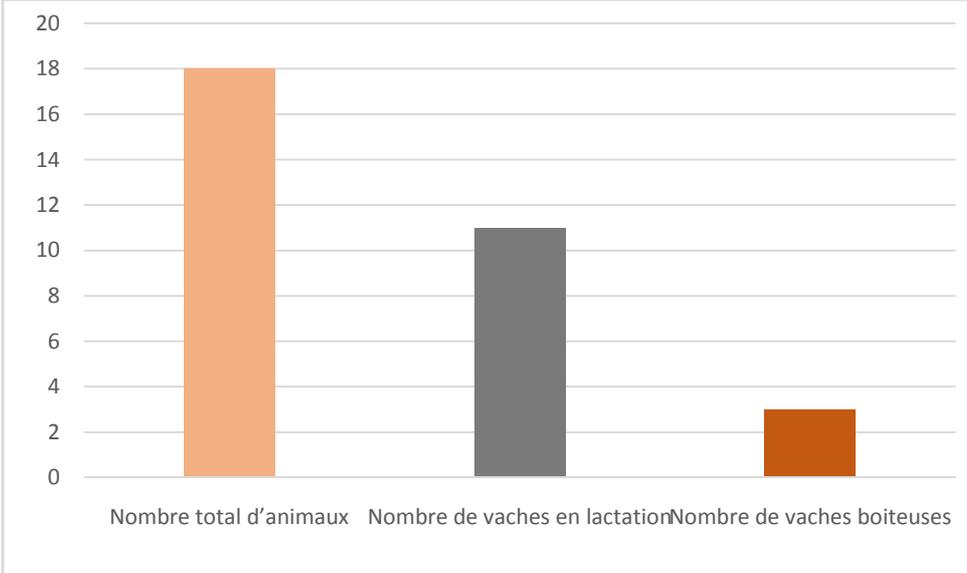


Nombre d'animaux dans l'exploitation /vaches et génisses

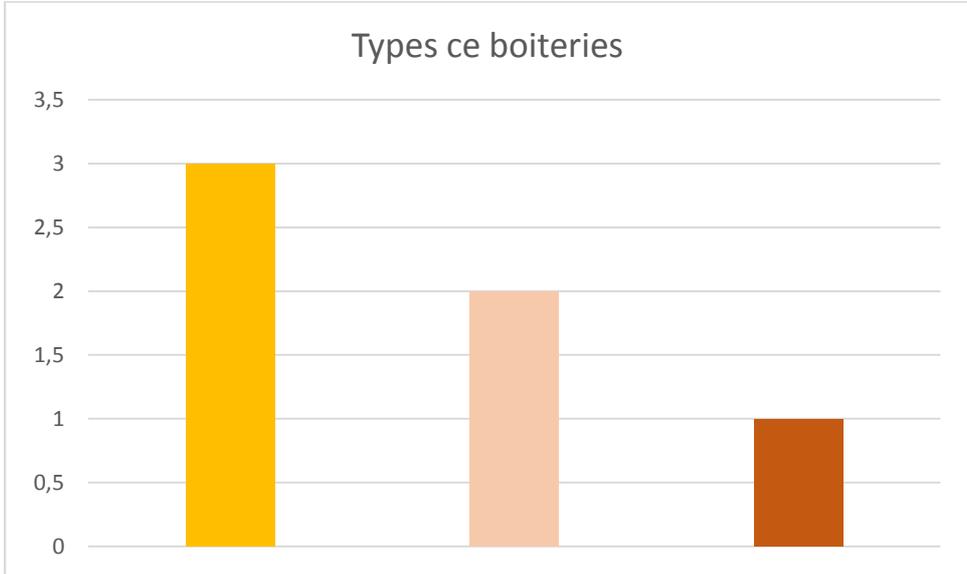


Nombre de vaches en lactation et au tarissement

PARTIE EXPERIMENTALE

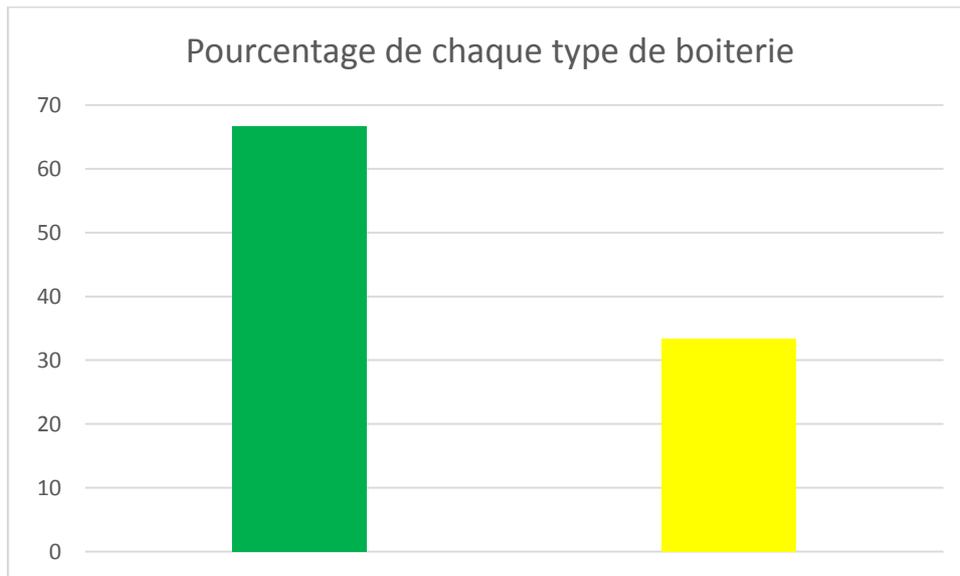


Nombre de vaches en lactation présentant des boiteries

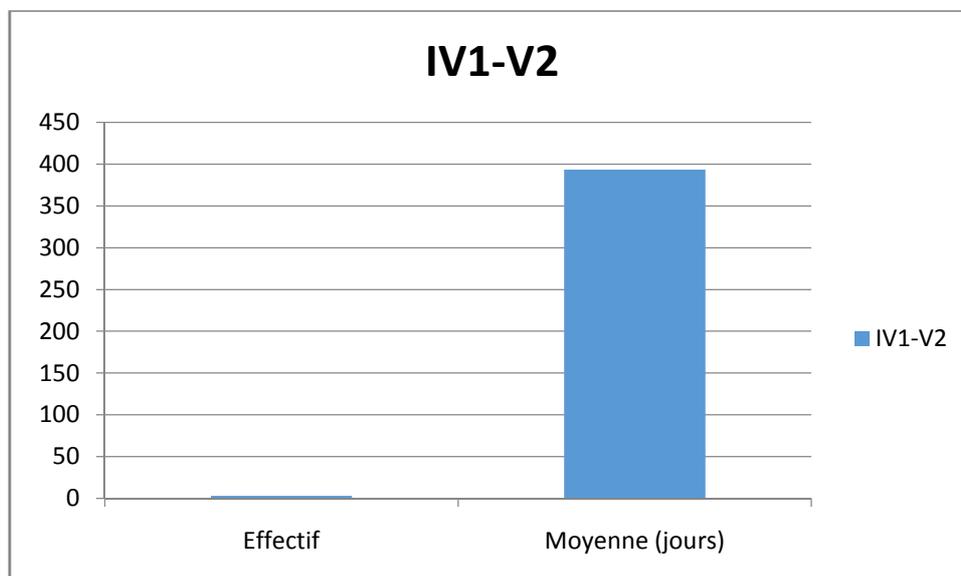


Différents types de boiteries

PARTIE EXPERIMENTALE



Pourcentage de chaque type de boiterie



Les durées moyennes des intervalles vèlage-vèlage

PARTIE EXPERIMENTALE

3^{ème} exploitation :

Mr Hadidi(AinBouchakif)

Tableau 01 : nombre d'animaux dans l'exploitation /vaches et génisses :

Nombre total d'animaux	Nombre de vaches	Nombre de génisses
27	19	2

Tableau 02 : nombre de vaches en lactation présentant des boiteries :

Nombre total d'animaux	Nombre de vaches en lactation	Nombre de vaches boiteuses
27	19	8

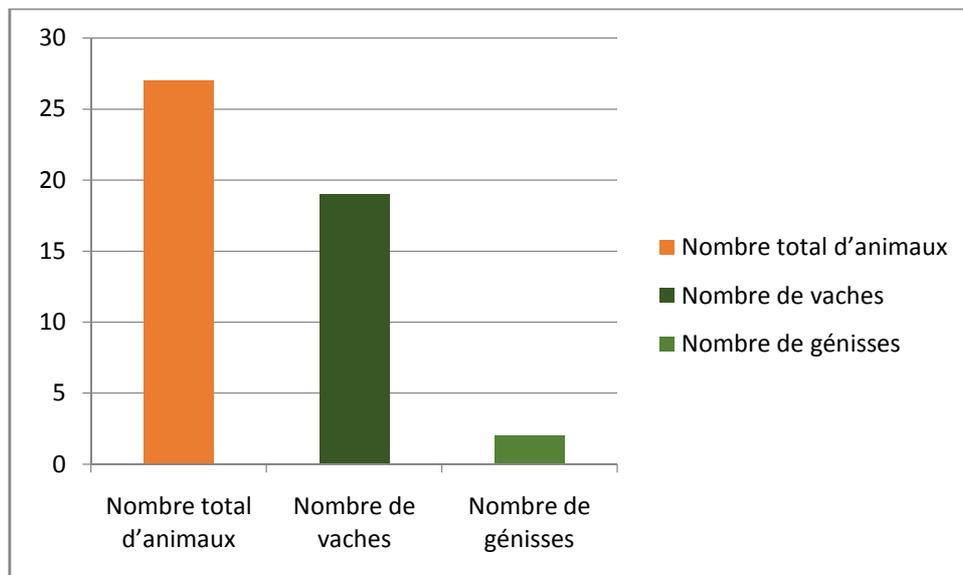
Tableau 03: différents types de boiteries :

Boiteries	Panarisinterdigitée
8	8
%	100

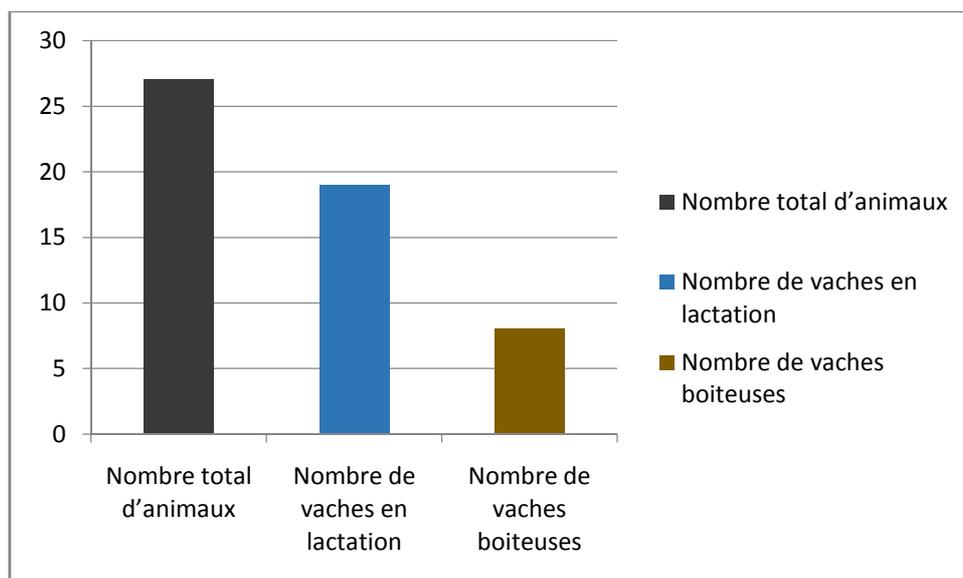
Tableau 04 : durées moyennes des intervalles vêlage - vêlage des vaches boiteuses :

Vaches en 2 ^{ème} lactation	Moyenne (jours)
6	405
2	360

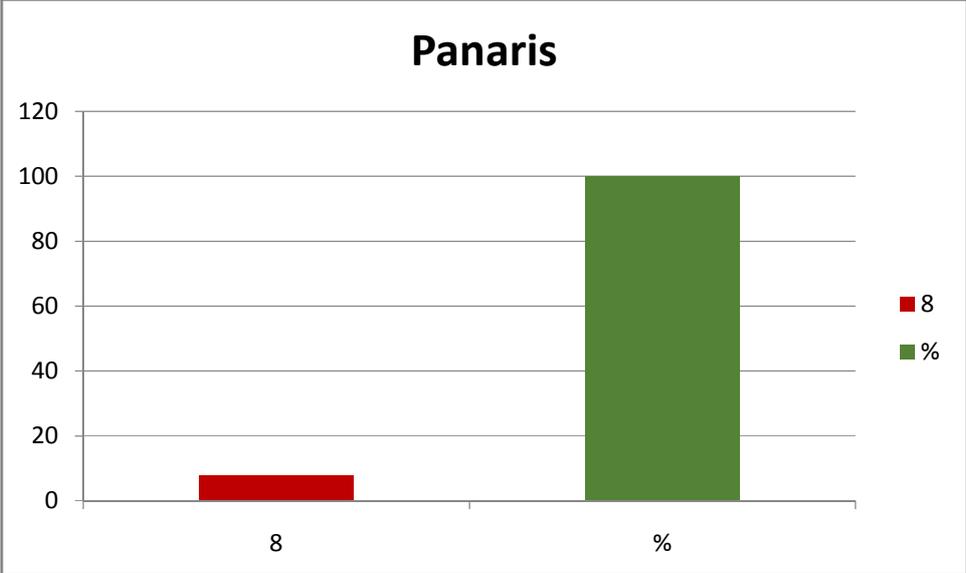
PARTIE EXPERIMENTALE



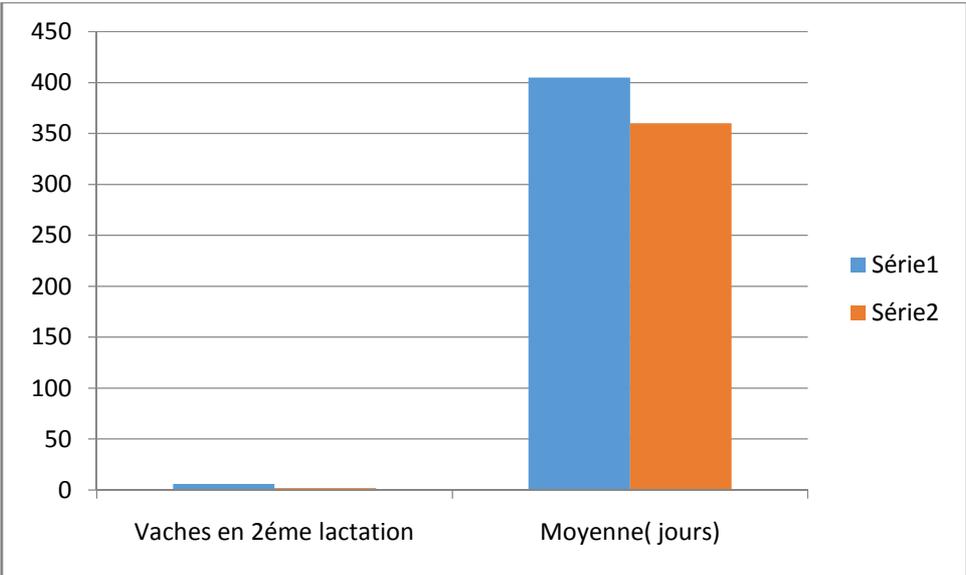
Nombre d'animaux dans l'exploitation /vaches et génisses



Nombre de vaches en lactation et au tarissement



Nombre de vaches en lactation présentant des boiteries



Durées moyennes des intervalles vêlage - vêlage des vaches boiteuses

Photos de boiteries rencontrées :



Planche11 : piétin



Planche 12 : posture lors de boiterie



Planche 13 : fourchet



Planche 14 : dermatite

Interprétation :

Notre travail a été élaboré dans trois exploitation différentes comme l'indique les tableaux suivants :

Le premier et deuxième tableau nous indiquent le nombre d'animaux dans l'exploitation à savoir 79 vaches et 14 génisse de race pie noire et montbéliarde ainsi que les vaches qui sont en production et entarissement (45 vaches laitières et 20 entarissements).

Par contre le troisième tableau montre le nombre de vaches laitières présentant des boiteries qui sont en nombre de 7 bêtes.

Le 4ème tableau représente les différents types de boiteries constatés dans cet élevage à savoir 6 bêtes atteintes de panaris avec un pourcentage de 85,72 et une bête atteinte dermatite interdigitée avec un pourcentage de 14,28.

Le dernier tableau nous indique la durée moyenne des intervalles vêlage – vêlage des bêtes malades (boiteries) par rapport à un intervalle normal d'une vache laitière.

La moyenne était de 422 jours pour 4 vaches en 1ère lactation et 417 jours pour 3 vaches en 2ème lactation, et en dernier lieu la moyenne des intervalles qui est de 411 jours.

Pour ce qui est de la ferme numéro 2 les tableaux ainsi que les graphes montrent le nombre des bêtes dans l'élevage (11 vaches et 5 génisses) aussi que ceux qui sont en lactation et en tarissement.

Le 3ème tableau montre aussi le nombre de vaches atteintes de boiteries dans l'exploitation à savoir 3 vaches sur 11 (2 cas de dermatite interdigitée et un seul cas de fourbure).

Le dernier tableau représente la durée moyenne des intervalles vêlage – vêlage qui sont de 393 jours par rapport à l'état normal.

La 3ème ferme renferme 27 vaches dont 19 vaches laitières et 2 génisses sur les 19 bêtes, 17 vaches sont en lactation et 2 en tarissement.

PARTIE EXPERIMENTALE

Les autres tableaux montrent le nombre de boiteries dans la ferme qui sont de 8 vaches sur les 17 étant les bêtes qui sont touchées par un problème podal sont atteintes de panaris interdigité (100%).

Le dernier tableau montre la moyenne des intervalles vêlage – vêlage qui est de 405 jours pour 6 vaches et 360 jours pour 2.

Donc on voit bien les différents changements d'une ferme par rapport à une autre.

Discussion :

Comme on a pu voir dans les différents tableaux, le nombre de boiteries a toujours une fréquence élevée par rapport aux bêtes de l'exploitation surtout « le panaris interdigité » par rapport aux autres affections podales.

Ce que nous pouvons voir au départ concernant la 1^{ère} ferme que les boiteries entraînent des problèmes concernant la reproduction surtout concernant l'intervalle vêlage-vêlage qui normalement est de (310 à 320 jours) pour les cas normaux, mais dans notre cas où il y a présence de panaris et de la dermatite, on remarque cet intervalle augmente et va de 417 à 422 jours avec une moyenne de 3 mois et plus pour que les bêtes reviennent en chaleur et peuvent être inséminées elle deviennent gestantes ce qui montre la perte de temps qui peut augmenter ces pathologies comme le montre (GRONGNET JF et al 1981) dans leurs recherches. Donc on conclue que les boiteries engendrent un problème de reproduction, saillie et surtout les intervalles vêlage – vêlage.

Les 3 fermes étudiées lors de mon travail ont montré que les valeurs vêlage – vêlage sont en moyenne de 3 mois et plus pour les bêtes présentant des boiteries surtout le panaris interdigité. Le traitement a été appliqué après la gestation donc la réponse a été négative parce qu'on n'a pas à temps et le pronostic était défavorable. (le traitement est nul)

Conclusion :

La boiterie a un fort impact sur la reproduction de la vache laitière, et peut engendrer des problèmes de fertilité, de plus le facteur temps joue un rôle prépondérant.

Donc sa prévention consiste principalement :

- Un confort des animaux :
 - a. Litière suffisante.
 - b. Logette confortable avec dimensions adéquates et en nombre suffisant.
 - c. Diminuer au minimum le temps que la vache passe debout.

- Un parage fonctionnel des pieds :

L'étude biomécanique de la locomotion permet de réaliser un parage préventif et de rétablir les aplombs.

Il convient d'équilibrer la répartition des charges sur un même pied, entre les onglons externes et internes, mais aussi sur les deux membres.

Ce parage fonctionnel doit être effectué systématiquement deux fois par an, dont le but est de ramener à des dimensions normales pour équilibrer le poids du corps sur tous les onglons. Le pareur coupe à la bonne longueur en pince (7cm entre bouts des poils et la pointe de l'onglon), il aplanit la sole en mettant les 2 onglons au même niveau, et il termine par le creux axial.

Remarque : le parage fonctionnel est un travail délicat réalisé avec précision et un matériel adapté.

Référence bibliographiques :

- (GRONGNET JF et al, 1981)
- Merriam G.R., Wachter K.W. Algorithmes pour l'étude de la sécrétion de l'hormone épisodique. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 1982 ;243 : E310-E318. [PubMed]
- (DERIVAUX et ECTORS, 1986).
- Matteri RL, JF Roser, Baldwin DM, Lipovetsky Va, Papkoff H. Caractérisation d'un anticorps monoclonal qui détecte l'hormone lutéinisante de diverses espèces de mammifères. *Dom Anim Endocrinol.* 1987; 4: 157-165. [PubMed]
- .Collick DW, Ward WR, H. Dobson associations entre types de boiterie et de la fertilité. *Vet Rec.* 1989 ; 125: 103-106. [PubMed]
- GASCHON B. 1990
- C. Rivier, Rivest S. Effet du stress sur l'activité de l'axe hypothalamo-hypophysogonadique : mécanismes périphériques et centraux. *Biol Reprod.* 1991 ; 45: 523-532. [Pub Med]
- (TOUSSAINTRA VEN, 1992)
- (BARONE R, 1996c).
- (GREENOUGH et WEAVER, 1997).
- Suzuki C, Yoshioka K., Iwamura S., H. Hirose endotoxine induit l'ovulation retardée suite aberration endocrinien pendant la phase de proestrus chez les génisses Holstein. *Dom Anim Endocrinol.* 2001 ; 20: 267-278. [Pub Med]
- H. Dobson, Table JE, Smith RF, Ward WR Le stress est vraiment important ? *Theriogenology.* 2001 ; 55: 65-73. [Pub Med]
- J. Hernandez, Shearer J.K., Webb D.W. Effet de la boiterie sur l'intervalle vêlage-à-conception chez les vaches laitières. *J Am Vet Med Assoc.* 2001 ; 218: 1611-1614. [Pub Med]
- Graham LH, J. Bolling, G. Miller, Pratt-N. Hawkes, Joseph J. Enzyme-immunologique pour la mesure de l'hormone lutéinisante dans le sérum des éléphants d'Afrique (*Loxodonta africana*) *Zoo Biol.* 2002 ; 21: 403-408.
- P. Melendez, J. Bartolome, Archbald LF, Donovan A. L'association entre la boiterie, les kystes ovariens et la fertilité chez les vaches laitières en lactation. *Theriogenology.* 2003 ; 59: 927-937. [Pub Med]
- (TOMLINSON et al. 2004).

- Choi IY, Lee S., C. Rivier nouveau rôle des neurones adrénérgiques dans le tronc cérébral dans la médiation de l'hyperactivité de l'axe hypothalamo-hypophysaire causés par l'exposition prénatale à l'alcool. *Neuroscience*. 2008 ; 155: 888-901. [Article PMC gratuit] [Pub Med]
- Walker SL, Smith RF, Jones DN, Routly JE, H. Dobson stress chronique, les profils hormonaux et l'intensité de l'œstrus chez les bovins laitiers. *Hormone et Behav*. 2008 ; 53: 493-501. [Pub Med]
- SL Walker, Smith RF, Jones DN, Routly JE, Morris MJ, Dobson H. Effet d'un facteur de stress chronique, la boiterie, sur le comportement sexuel et les profils hormonaux détaillée dans le lait et le plasma des bovins laitiers. *Reprod Dom Anim*. 2009 dans la presse RDA-OA-mai-2008-0120. [Pub Med]
- M. Morris, S. Walker, D. Jones, J. Routly, R. Smith, H. Dobson Influence du nombre élevé de cellules somatiques, mauvaise condition physique et la boiterie sur la croissance folliculaire et l'ovulation chez les vaches laitières. *Theriogenology*. 2009 ; 71: 801-806. [Article PMC gratuit] [Pub Med]