



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

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/> 25834

To cite this version:

De Campos, Charly . *Dermatite digitale : contribution à la maîtrise par un traitement à l'aide d'un anti-infectieux*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2019, 83 p.

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

DERMATITE DIGITALE : CONTRIBUTION A LA MAITRISE PAR UN TRAITEMENT A L'AIDE D'UN ANTI-INFECTIEUX TOPIQUE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

Charly DE CAMPOS
Né, le 15 Juillet 1993 à Livry-Gargan (93)

Directeur de thèse : Mr François SCHELCHER

JURY

PRESIDENT :
Mr Eric OSWALD

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
Mr François SCHELCHER
Mr Fabien CORBIERE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maitre de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootechne*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*

PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRES DE CONFÉRENCES HORS CLASSE

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

- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
 M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
 M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
 M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
 M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
 Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
 M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
 Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
 Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
 M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
 M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
 Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
 Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
 M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie vétérinaire et comparée*
 Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
 Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie - Analgésie*
 Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
 Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
 M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
 M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
 Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
 Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
 M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction (en disponibilité)*
 Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
 M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*
 Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS

- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*
 Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophtalmologie*
 Mme **ROMANOS Lola**, *Pathologie des ruminants*
 M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*
 M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
 M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
 M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
 M. **LESUEUR Jérémy**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*

REMERCIEMENTS

A NOTRE PRESIDENT DE JURY,

A Monsieur le Professeur Eric OSWALD,

Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Praticien hospitalier

Directeur adjoint de l'unité de Pathogénie et commensalisme des entérobactéries

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

Hommage respectueux.

A NOTRE JURY DE THESE,

A Monsieur le Professeur Fabien Corbière

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie des Ruminants - Médecine des populations

Qui nous a fait l'honneur de prendre part à notre jury de thèse. Pour sa disponibilité et sa
sympathie.

Très sincère reconnaissance.

A Monsieur le Professeur François Schelcher

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pathologie des Ruminants - Médecine des populations

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la direction de notre thèse, qui nous a guidés dans son
élaboration ainsi que sa rédaction et qui a encadré notre travail avec rigueur et bienveillance.

Qu'il trouve ici notre profond respect et notre sincère reconnaissance.

SOMMAIRE

□	LISTE DES TABLEAUX	9
□	LISTE DES FIGURES	9
□	LISTE DES ANNEXES	10
□	LISTE DES ABREVIATIONS	10
I.	INTRODUCTION	11
	A. La dermatite digitale : une maladie ubiquiste au fort impact économique.....	11
	B. Une affection multifactorielle.....	12
	C. Une affection podale aux caractéristiques lésionnelles variables selon le modèle de notation.....	13
	a. Caractéristiques lésionnelles	13
	b. Des modèles de notation lésionnels nombreux.....	13
	D. Une maladie invalidante modifiant la conformation des pieds des bovins	15
	E. Des méthodes de détection nombreuses	15
	F. Facteurs de risques de la maladie	16
	a. L'achat d'animaux : principale source d'introduction de la dermatite digitale	16
	b. Les facteurs environnementaux et conditions d'élevage	16
	c. L'influence d'autres affections podales sur la dynamique d'apparition de lésions de dermatite digitale	17
	G. Facteurs de guérison de la maladie.....	17
	H. Les diverses approches thérapeutiques pour lutter contre la dermatite digitale	18
	a. Le nettoyage des pieds.....	18
	b. La détection précoce des lésions de dermatite digitale.....	18
	c. Des approches vaccinale et génétique insuffisantes	18
	d. L'exérèse chirurgicale des lésions de dermatite digitale	18
	e. Les traitements systémiques	19
	f. Les traitements topiques	19
	i. L'intérêt du pansement	20
	ii. Les traitements collectifs.....	20
	iii. Les traitements individuels.....	23
	g. Limites des traitements topiques	25
	h. L'efficacité démontrée du thiamphénicol en Hollande	26
II.	MATERIEL ET METHODE	27
	A. Sélection des élevages	27
	B. Evaluation des animaux.....	27
	a. Pré-évaluation des animaux à parer	27
	b. Critères d'évaluation	28
	i. Evaluation lésionnelle.....	28
	ii. Evaluation fonctionnelle en statique	31
	C. Traitement	33
	a. Constitution des deux groupes de traitement.....	33
	b. Protocole d'application des anti-infectieux	34
	D. Description de l'échantillon retenu pour l'étude	35
	E. Suivis lésionnel et fonctionnel.....	37
	F. Animaux retirés de l'étude	38
	G. Analyses biostatistiques	38

III. RESULTATS	40
A. Caractéristique de l'échantillon d'étude :.....	40
B. Taux de guérison à J7, J14 et J28	40
C. Facteurs influençant la guérison.....	44
D. Taux de nouvelles lésions et cinétique d'évolution des lésions au cours du suivi.	44
IV. DISCUSSION.....	48
A. Discussion du protocole thérapeutique choisi	48
a. Nature de l'échantillon	48
b. Système de détection	49
c. Inspection des postérieurs.....	50
d. Caractéristiques du protocole thérapeutique.....	50
i. Critères d'efficacité.....	50
ii. Le groupe contrôle	51
e. Caractéristiques du suivi.....	51
B. Discussion des résultats de l'étude	52
a. Efficacité curative du thiamphénicol et de l'oxytétracycline	52
b. Prévalence et localisation des lésions de dermatite digitale	53
c. Comparaison avec les résultats obtenus avec d'autres antibiotiques ou des désinfectants	54
d. Evaluation fonctionnelle.....	55
e. Autoguérison	56
f. Cinétique des lésions au cours du suivi.....	56
g. Guérison des lésions « actives » (M1 et M2)	56
h. Taux de guérison des lésions « inactives » (M4).....	57
i. Efficacité préventive du Taf Spray® et de l'Oxytetrin P®	57
V. CONCLUSION :.....	60
VI. BIBLIOGRAPHIE.....	62
VII. ANNEXES.....	70

▪ **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Système de scoring de la dermatite digitale de Döpfer. 1997 modifié (Evans et al., 2016).....	14
Tableau 2 : Caractéristiques des 4 élevages laitiers suivis au cours de l’essai clinique et répartitions des vaches suivies par élevage	27
Tableau 3 : Grille de notation lésionnelle de chaque pied en cage de parage	29
Tableau 4 : Evaluation de la posture des vaches au cornadis (UMT Maitrise de la Santé des troupeaux bovins, 2014).....	32
Tableau 5: Description de la proportion de chaque stade lésionnel de dermatite digitale dans chaque élevage, en fonction des groupes de traitement	35
Tableau 6 : Description de la proportion des différents stades de lactation au sein des deux échantillons d’étude, dans chaque élevage	37
Tableau 7 : Localisation des différentes lésions à J0 dans les deux groupes d’étude	41
Tableau 8: Résultats du modèle logistique multivarié : guérison à J28	42
Tableau 9 : Taux de guérison à J28 des lésions (M1, M2 et M4 à J0) dans chaque élevage.....	42
Tableau 10 : Résultats du modèle logistique multivarié : guérison à J7, à l’exclusion des lésions M4 (aucune guéries)	43
Tableau 11 : Résultats du modèle logistique multivarié : guérison à J14	43
Tableau 12 : Taux de guérison des lésions M1 à 7, 14 et 28 jours.....	44
Tableau 13 : Taux d’apparition de nouvelles lésions sur les pieds suivi	45

▪ **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Présentation clinique des différents stades de dermatite digitale : a) M1 = Lésion de 0-2cm, non douloureuse à la palpation ; b) M2 = Lésion ulcérée, de diamètre >2cm, souvent douloureuse à la palpation ; c) M3 = lésion en guérison après traitement, couverte par une croûte ; d) M4 = lésion chronique, dyskératosique ou proliférative, généralement pas douloureuse à la palpation (UMT Maitrise de la Santé des troupeaux bovins, 2014 ; Dopfer et al., 1997).....	30
Figure 2 : Frise chronologique du protocole thérapeutique mis en place contre les lésions de dermatite digitale sur une durée de 28 jours	34
Figure 3 : Suivi des lésions M2 (total : 56 pour OTC et 57 pour TAF) au cours du suivi	46
Figure 4 : Devenir des lésions M1 (total : 56 pour OTC et 57 pour TAF) au cours du suivi	46
Figure 5 : Suivi des lésions M4 (total : 17 pour OTC et 18 pour TAF) au cours de l’étude	47

▪ **LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1 : Notation des lésions podales selon leur niveau de sévérité (Delacroix M., Prodhomme J., 2014) (UMT Maitrise de la Santé des troupeaux bovins, 2014)..... 70

Annexe 2 : Fiche d'enregistrement et d'examen lésionnel et fonctionnel de l'animal avant traitement (à J0) 71

Annexe 3 : Fiche de suivi lésionnel et fonctionnel 72

Annexe 4 : Synthèse des principales études menés pour comparer l'efficacité de produits alternatifs aux antibiotique pour le traitement de la dermatite digitale chez les vaches laitières (Relun et al., 2018)..... 75

Annexe 5 : Annexe 5 : Efficacité des produits à base d'antibiotique utilisés par voie topique pour le traitement de la dermatite digitale (Guatteo et al., 2010) 81

▪ **LISTE DES ABREVIATIONS**

DD : dermatite digité

Nb : Nombre

OTC : oxytétracycline

SID : une fois par jour (semel in day)

TAF : thiamphénicol

VL : Vache laitière

I. INTRODUCTION

Les affections locomotrices font partie des trois principaux troubles de santé en termes d'impact économique et de bien-être animal dans les exploitations bovines laitières (Gourreau, Delacroix, 2015), après les infections intra-mammaires et les troubles de la reproduction. L'altération des performances de reproduction et de la production laitière (Constable et al., 2017) entraînent des pertes économiques de 115 et 192 euros par cas de boiterie (Ettema, Østergaard, 2006). Chez les bovins, près de 90% des troubles locomoteurs ont pour origine une affection podale (Delacroix, Gervais, [sans date]).

A. La dermatite digitale : une maladie ubiquiste au fort impact économique

Parmi ces affections, la dermatite digitale, appelée également maladie de Mortellaro ou Papillomatous digital dermatitis aux USA, est une de celles qui a connu le plus grand essor dans les exploitations bovines laitières ces 30 dernières années. Décrite la première fois en Italie en 1974 (Cheli, Mortellaro, 1974), cette affection infectieuse et contagieuse s'est répandue à travers le monde, devenant endémique en Europe, en particulier en Allemagne, la Hollande (Holzhauer et al., 2006), le Danemark, la France, en 1980 (Relun, Lehebel, et al., 2013b), le Royaume-Uni (Laven, 2001), aux USA (Read, Walker, 1998) et au Canada (Jacobs et al., 2017), probablement du fait de l'augmentation de la taille des troupeaux, rendue possible par l'introduction plus importante d'animaux, et le changement des pratiques associées. La dermatite digitale est ainsi maintenant observée dans quasiment tous les pays producteurs de lait. Cette affection est également rapportée en élevage bovin viande en particulier dans les ateliers d'engraissement (Relun et al., 2017 ; Shearer et al., 1998).

Dans de récentes études, la dermatite digitale a été diagnostiquée dans 70 à 96% des élevages laitiers dans l'ouest de l'Europe et en Amérique du Nord (Holzhauer et al., 2006 ; Ariza et al., 2017 ; Cramer et al., 2009), avec une prévalence moyenne de 5 à 30% par exploitation (Holzhauer et al., 2006 ; Solano, Barkema, Jacobs, et al., 2017 ; Relun et al., 2011). En l'absence de mesures préventives, l'incidence de la dermatite digitale est de 4 cas sur 100 pieds par mois (Plummer, Krull, 2017 ; Krull et al., 2016).

Une fois introduite dans une exploitation, le plus souvent suite à l'achat d'un animal infecté, la dermatite digitale se manifeste par des épisodes récurrents de boiteries liés à la présence de

lésions érosives à ulcéraives, douloureuses de la peau digitée (Read, Walker, 1998), sans quasiment aucune éradication décrite jusqu'à présent (Yeruham, Perl, 1998 ; Ariza et al., 2019). Ces boiteries peuvent toucher jusqu'à 50% des vaches (Cramer et al., 2019), entraînant une diminution de la quantité totale de nourriture ingérée, à l'origine d'une perte de poids et une baisse de la production laitière (Bareille et al., 2003 ; Yeruham, Perl, 1998). Les pertes de productions laitières sont estimées entre 0,5 et 7 kg/j comparée à une vache sans lésion (Chesnin, 2011 ; Pavlenko et al., 2011). Cha et al., (2010) ont estimé le coût moyen d'un cas de dermatite digitale à 132,96 dollars.

B. Une affection multifactorielle

La dermatite digitale est une inflammation subaiguë ou chronique du bulbe du talon ou de l'espace interdigité, ulcéraive, contagieuse et superficielle, dont l'origine probable est infectieuse, qui n'est à l'heure actuelle, pas complètement élucidée (Nally et al., 2015). Néanmoins, il apparaît maintenant unanimement reconnu que son origine est multifactorielle, et l'un des facteurs déterminant son apparition est la pénétration de spirochètes de genre *Treponema* dans la peau digitée (Evans et al., 2016 ; Wilson-Welder et al., 2015). En effet de nombreux tréponèmes ont été détectés par qPCR, à partir de biopsies cutanées de lésions de dermatite digitale, sur 100% des lésions actives (M1, M2 et M4.1) et chroniques (M4), contrairement aux lésions de dermatite digitale de grade M0 (Beninger et al., 2018 ; Gomez et al., 2012 ; Yeruham, Perl, 1998 ; Gourreau, Delacroix, 2015 ; Zinicola et al., 2015 ; Shearer et al., 2016). De plus, des bactéries anaérobies ont également été retrouvées dans les lésions de dermatite digitale (Wilson-Welder et al., 2015 ; Zinicola et al., 2015), telles que *Fusobacterium necrophorum*, *Bacteroides spp*, *Campylobacter spp.*, *Borrelia spp* et *Dichelobacter nodosus*, suggérant une étiologie polymicrobienne et une relation synergique avec *Treponema spp* (Evans et al., 2016). Cependant, le mécanisme exact conduisant à la formation des lésions de dermatite digitale n'a pas encore été élucidé, puisque très peu d'infections expérimentales ont réussi à reproduire des lésions de cette maladie (Nally et al., 2015 ; Krull et al., 2016 ; Gomez et al., 2012 ; Read, Walker, 1998 ; Relun, 2012 ; Krull et al., 2016)

C. Une affection podale aux caractéristiques lésionnelles variables selon le modèle de notation

a. Caractéristiques lésionnelles

L'appréciation du statut d'un animal vis à vis de la dermatite digitale repose essentiellement sur la visualisation des lésions de cette affection. Elle se caractérise par une érosion des couches superficielles de l'épiderme, une hyperplasie et une hypertrophie épithéliales, de la douleur et une exsudation moyenne (Constable et al., 2017). Ces lésions cutanées inflammatoires peuvent être circonscrites, subaigües ou chroniques, ulcéreuses à prolifératives, d'odeur aigrelette et souvent bordées de poils hypertrophiés (Döpfer et al., 1997 ; Read, Walker, 1998). Elles sont principalement localisées sur la face plantaire, voire dorsale de la peau à proximité de l'espace interdigité ou à la jonction peau-corne du bulbe du talon, plus rarement en région interdigitale et vers les ergots (Gourreau, Delacroix, 2015 ; Holzhauser et al., 2008 ; Plummer, Krull, 2017), avec près de 90% des lésions observées sur les membres postérieurs (Read, Walker, 1998 ; Relun et al., 2011).

b. Des modèles de notation lésionnels nombreux

Du fait de la diversité des caractéristiques morphologiques des lésions observées, il n'y a actuellement toujours pas de consensus sur la définition d'un cas de dermatite digitale, notion qui reste assez subjective comme en témoignent la variété de systèmes de notation des lésions de dermatite digitale utilisés (Döpfer et al., 1997 ; Manske et al., 2002 ; Krull et al., 2014 ; Read, Walker, 1998). Les systèmes de notation plus récents cherchent plutôt à illustrer l'évolution macroscopique des lésions en différenciant des lésions en début d'évolution, de celles qui sont installées, en cours de guérison ou chroniques (Döpfer et al., 1997 ; Manske et al., 2002 ; Krull et al., 2014). Ces systèmes sont plus informatifs, à la fois d'un point de vue clinique et épidémiologique, car ils permettent de prendre en compte à la fois la sévérité de l'atteinte et le potentiel infectieux des lésions (Döpfer et al., 1997). Le système de notation établi par Döpfer et al., (1997), qui utilise la taille des lésions, la réaction douloureuse et l'apparence clinique, est actuellement le système le plus utilisé, avec 5 stades nommés M0 à M4. Les descriptions des différents stades lésionnels sont décrites macroscopiquement et histologiquement dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Système de scoring de la dermatite digitale de Döpfer. 1997 modifié (Evans et al., 2016)

Stades lésionnels	Description macroscopique	Histopathologie
M1	Une petite lésion active, gris-rouge, circonscrite, <2cm de large, avec un foyer rouge ; habituellement non douloureuse (Döpfer et al., 1997)	Perte partielle de l'épiderme ; dégradation du tissu avec îlot de fibrine ; hyperplasie du stratum corneum ; neutrophiles et cellules mononuclées localisées dans le derme et l'épiderme (Döpfer et al., 1997)
M2	Une lésion >2cm, habituellement douloureuse à la palpation, large, ulcéreuse, rouge à grise, active, hyperhémique (Döpfer et al., 1997)	Stratum corneum absent ; avec des hémorragies sur le coté ; dégradation augmentée et acanthose ; micro-abcès ; infiltration péri-vasculaire augmentée du derme ; dans l'épiderme il y a principalement des éosinophiles et neutrophiles (Döpfer et al., 1997)
M3	Lésion en guérison sans douleur, croûte marron, typiquement vue après traitement (Döpfer et al., 1997)	Non déterminé
M4	Un stade chronique présentant un dyskératose ou prolifération irrégulière hyperkératosique avec excroissance pouvant atteindre jusqu'à 4 cm (Döpfer et al., 1997)	Prolifération importante de l'épiderme et stratum cornéum hyperplasié, acanthose du stratum spinosum ; plus de neutrophiles que de cellules mononuclées dans l'épiderme, nombreuses cellule du plasma dans le derme (Döpfer et al., 1997)
M4.1	Un stade chronique avec une lésion M1 active, douloureuse (Berry et al., 2012)	Non déterminé
M5 ou M0	Peau saine sans preuve d'anciennes lésions (Berry et al., 2012)	Non déterminé

D. Une maladie invalidante modifiant la conformation des pieds des bovins

La boiterie causée par les lésions douloureuses de dermatite digitale est inconstante tant en fréquence qu'en intensité, ce qui en fait un très mauvais critère de diagnostic (Krull et al., 2016 ; Gomez et al., 2015 ; van Amstel et al., 1995). En effet, Frankena et al., (2009) a montré que 26,3% des vaches présentant des lésions de grade M1 (d'après le score de (Döpfer et al., 1997) décrit plus loin) étaient boiteuses (note de score ≥ 3 d'après le système de (Channon et al., 2009)) alors que 61,5% des vaches présentaient des lésions de grade M2 sans boiter (Higginson Cutler et al., 2013). L'intensité de la boiterie est donc peu liée à la gravité et au grade de la lésion. La boiterie est donc un critère peu adapté à la détection et l'évaluation de l'évolution de la dermatite digitale, compte tenu des nombreuses affections podales existantes (ulcère de la sole, maladie de la ligne blanche, fourchet...) et potentiellement douloureuses (Bruggink, 2011 ; Plummer, Krull, 2017).

Afin de diminuer la douleur, la vache soulage ses talons en prenant appui en pince, avec un membre en semi-flexion, entraînant une modification progressive de la conformation du sabot et une augmentation du temps passé debout (Shearer et al., 2016 ; Holzhauer et al., 2006). En effet, une augmentation de la hauteur du talon de 3,4 et 2,8 mm en moyenne et de l'angle du sabot de 0,8 et 1,4 degré sur les onglons latéral et médial respectivement ont été observés sur des pieds atteints de dermatite digitale, créant un environnement en anaérobiose, favorable à la persistance de la maladie (Gomez et al., 2015 ; Gourreau, Delacroix, 2015)

E. Des méthodes de détection nombreuses

La méthode de référence pour visualiser ces lésions est de lever les pieds postérieurs des vaches dans la cage de parage. Même si cette méthode est actuellement reconnue comme étant la plus précise, elle reste peu pratique à employer dans les grands troupeaux et assez contraignante (chronophage, mobilisatrice de main d'œuvre et source de stress pour les animaux) (Relun, 2012). Plusieurs études ont donc cherché à développer des méthodes qui permettent de visualiser les lésions sans avoir à lever le pied des animaux. Laven et al. (1999) ont ainsi utilisé un boroscope, sorte de fibroscope rigide, pour visualiser les lésions en salle de traite après nettoyage au jet d'eau. Ils ont obtenu une visualisation des lésions assez précise, avec une sensibilité (Se) évaluée entre 0,79 et 0,85 et une spécificité (Sp) entre 0,83 et 0,85 en fonction du pied, droit ou gauche, considéré. Cet appareil reste cependant assez cher, ce qui en limite l'utilisation à grande échelle. L'imagerie thermique fut également utilisée sans donner de meilleurs résultats (Harris-Bridge et al., 2018). D'autres auteurs ont testé des méthodes de visualisation directe en salle de traite, les pieds étant simplement nettoyés et

éclairés avec des lampes frontales puissantes et observé avec un miroir pivotant télescopique (Relun et al., 2011 ; Solano, Barkema, Jacobs, et al., 2017). Cette dernière méthode de détection représente actuellement la meilleure alternative au gold standard, avec une sensibilité de 0,90 et une spécificité de 0,80. Cependant le nettoyage préalable de pieds avant inspection reste essentiel afin de ne pas sous-estimer la prévalence des lésions de dermatite digitale (Oliveira et al., 2017).

F. Facteurs de risques de la maladie

a. L'achat d'animaux : principale source d'introduction de la dermatite digitale

L'introduction d'animaux infectés, principalement par achat du troupeau de renouvellement, constitue le principal risque d'introduction de la maladie dans un troupeau indemne de dermatite digitale (Laven, 2001). En effet, Jesús Argáez-Rodríguez et al., (1997) ont montré que les animaux achetés avaient 3,4 fois plus de risque d'être atteints par la dermatite digitale que les animaux nés sur l'exploitation. Le contrôle des animaux à l'achat et la guérison des animaux infectés semblent être des facteurs clés dans la prévention de la maladie. La deuxième mesure importante pour éviter la contamination d'animaux sains devrait être d'obtenir une guérison bactériologique des lésions de dermatite digitale chez les animaux infectés, puisqu'ils représentent la principale source de tréponèmes pour les animaux sains. (Relun, 2012).

b. Les facteurs environnementaux et conditions d'élevage

Bien que la dermatite digitale ait une composante infectieuse, l'environnement semble jouer un rôle primordial. De mauvaises conditions d'élevage (sols rugueux ou abrasif ; hygiène du logement ; humidité excessive du sol ; un mauvais état de propreté des animaux, des chemins d'accès aux pâtures présentant des aspérités, une surdensité d'animaux dans les bâtiments d'élevage, des couchages peu confortables et une ration très énergétique, etc.) et les caractéristiques des animaux affectés (race Holstein, stade de lactation, les vaches hautes productrices) (Relun, 2012 ; Holzhauser et al., 2006 ; Rodriguez-Lainz et al., 1999 ; Relun, Lehebel, et al., 2013a) sont fréquemment associés à un plus grand risque de dermatite digitale (Gourreau, Delacroix, 2015 ; Jacobs et al., 2019 ; Bruggink, 2011). De plus, certaines périodes de la vie d'une vache semblent être plus propices au développement de la dermatite digitale, telles que leurs premières lactations et chaque début de lactation (Holzhauser et al., 2006 ; Read, Walker, 1998 ; Nielsen et al., 2012 ; Krull et al., 2016). Holzhauser et al., (2006)

ont également montré que la prévalence de la dermatite digitale diminue avec l'augmentation de la parité des vaches.

c. L'influence d'autres affections podales sur la dynamique d'apparition de lésions de dermatite digitale

De nombreuses autres affections podales peuvent influencer la dynamique d'apparition de la dermatite digitale. Selon Holzhauser et al., (2006), la présence d'autres atteintes du pied comme l'érosion du talon, l'hyperplasie interdigité et le phlegmon interdigité semblent être prédisposant pour la dermatite digitale. Réciproquement, Gomez et al., (2015) ont montré que la transformation du talon sur des pieds affectés de dermatite digitale favorise l'apparition d'érosion du talon.

G. Facteurs de guérison de la maladie

Certaines caractéristiques des animaux et conditions d'élevages influencent également la guérison de ces lésions de dermatite digitale. En effet, Nishikawa, Taguchi, (2008) ont montré que les primipares avaient quatre fois plus de risque que les multipares de guérir de façon incomplète, après un traitement local à base de tétracyclines. Relun et al., (2012) ont montré que le taux de guérison des lésions de dermatite digitale était amélioré par la propreté des pattes à l'échelle de l'élevage, la petite taille initiale des lésions (M1) et un traitement topique individuel à l'oxytétracycline. La parité est associée à une guérison plus rapide avec des vaches en troisième lactation ou plus, qui ont 1,25 fois plus de chance de guérir que les primipares (Relun, Guatteo, et al., 2013). Ces résultats soulignent la nécessité de combiner plusieurs mesures incluant : les traitements individuel et collectif topiques, l'amélioration de l'hygiène des pieds et la détection précoce de dermatite digitale pour assurer un plus haut taux de guérison et une guérison rapide de dermatite digitale dans les fermes endémiques (Relun, Guatteo, et al., 2013).

Il semblerait également que la localisation anatomique de la lésion de dermatite digitale aurait une influence sur l'efficacité d'un traitement local à d'oxytétracycline, la région interdigitale ne répondant pas aussi bien au traitement. En effet, Hernandez, Shearer (2000) ont observé que seulement 9% de lésions situées dans l'espace interdigité étaient guéries 30 jours après application d'oxytétracycline en salle de traite.

H. Les diverses approches thérapeutiques pour lutter contre la dermatite digitale

a. Le nettoyage des pieds

Le nettoyage des pieds apparaît comme essentiel dans le contrôle et la prévention de la dermatite digitale en éliminant toute matière organique avant application d'un traitement et ainsi limiter une baisse d'efficacité supposée des principes actifs. Thomsen et al., (2012) ont montré que l'odds ratio pour la guérison des lésions actives dans un groupe témoin comparé à un nettoyage à l'eau savonneuse est de 0,71 ($p_{\text{value}} = 0,03$).

b. La détection précoce des lésions de dermatite digitale

La détection est une des clés du contrôle de la dermatite digitale, puisqu'elle permet la mise en place immédiate d'un traitement, évitant ainsi le développement de lésions chroniques et réduisant la sévérité des lésions (Gomez et al., 2012).

c. Des approches vaccinale et génétique insuffisantes

L'efficacité de la vaccination reste pour l'instant incertaine (Plummer, Krull, 2017 ; Wilson-Welder et al., 2015) et la mise au point de vaccins efficaces nécessite d'améliorer les connaissances pour préciser le rôle des différents agents pathogènes dans l'étiologie de la maladie, identifier leurs facteurs de virulence et décrire les réactions immunologiques de l'hôte en réponse à l'infection (Elliott et al., 2007). Trott et al., 2003 ont montré que les infections par des tréponèmes de lésions de dermatite digitale génèrent une réponse immunitaire forte mais inefficace et de courte durée ce qui ne résout pas la maladie et n'offre pas d'effet protecteur lors de nouvelles expositions.

La génétique ne semble pas non plus permettre de contrôler cette maladie puisque l'héritabilité de la dermatite digitale varie de 0,03 à 0,10 selon les études (Evans et al., 2016).

d. L'exérèse chirurgicale des lésions de dermatite digitale

Le traitement chirurgical par exérèse des lésions est rapporté dans certaines études mais est peu utilisé en pratique et son efficacité est controversée. La chirurgie consiste en l'ablation, sous l'anesthésie locale, de toute la peau enflammée, et la mise en place d'un pansement. Silva et al., (2005) ont obtenu un très bon taux de guérison en associant l'exérèse de la lésion de dermatite digitale à 4 traitements systémiques à l'oxytétracycline (10mg/kg PV, IM, q48h)

et un traitement en pédiluve d'une solution à 1% d'hydrochlorure de sodium (q12) pendant 30 jours. Dans une étude de Read, Walker, (1998), 4 vaches souffrant de 6 lésions de dermatite digitale ont été traitées seulement par chirurgie et toutes les lésions sont réapparues dans un délai de 7 à 12 semaines après traitement. Le traitement chirurgical associé à une application consécutive de chlortétracycline en spray s'est révélé bénéfique dans des cas de figures particuliers tels que des lésions de dermatite digitale persistante associée à une maladie de la ligne blanche ou un ulcère de sole (Kofler et al., 2015).

e. Les traitements systémiques

Parmi les traitements individuels, les traitements injectables par voie parentérale, déjà peu utilisés par les éleveurs, ont souvent été abandonnés car jugés inefficaces et coûteux (Auzanneau, 2009). De plus, les schémas thérapeutiques utilisés sont peu compatibles avec une utilisation en routine (nombreuses injections et utilisation en première intention de molécules de dernière génération) (Guatteo et al., 2010). Cependant, des études rapportent une certaine efficacité, se manifestant par la régression des lésions et l'arrêt de la boiterie, avec de la pénicilline à 22 000 UI/kg SID pendant 3 jours (Yeruham, Perl, 1998) ou avec du ceftiofur à 2 mg/kg SID pendant 3 jours (Read, Walker, 1998 ; Shearer et al., 1998). Au contraire, Laven, Hunt, (2002) ont trouvé de meilleurs résultats, pour réduire la sévérité des lésions, avec une solution à 0,035g/L d'érythromycine en pédiluve qu'après 5 jours de cefquinome en intramusculaire. Il faut cependant se rappeler que ces traitements ont plus souvent été entrepris lorsque les vaches présentaient une boiterie jugée sévère, reflétant potentiellement une atteinte par des lésions de dermatite digitale sévères, et que des lésions à un stade avancé pourraient répondre moins bien aux anti-infectieux (Nishikawa, Taguchi, 2008 ; Read, Walker, 1998).

f. Les traitements topiques

Actuellement, deux principaux types d'approches thérapeutiques sont habituellement distinguées : soit les traitements sont appliqués au cas par cas, de manière individuelle, suite à la détection des lésions, soit ils sont appliqués collectivement à l'ensemble des animaux, que les vaches aient des lésions ou non, le plus souvent via des pédiluves (Laven, Logue, 2006). Ces approches ne sont pas incompatibles et peuvent être utilisées conjointement mais elles ont chacune des intérêts et limites qui leurs sont propres (Sağlıyan et al., 2015). Parmi ces traitements, le plus employé et conservé est le traitement individuel des animaux par application locale de tétracyclines sans bandage sur une durée allant de 1 à 4 jours, traitement

jugé le plus souvent efficace pour guérir les lésions, par les éleveurs. Parmi les traitements collectifs, des pédiluves de passage utilisant des solutions de formol et de sulfate de cuivre ont été les plus employés, mais ces traitements ont souvent été abandonnés, du fait d'une faible efficacité perçue et des contraintes liées à leur application (Auzanneau, 2009). Certains antibiotiques sont utilisés hors AMM en particulier en pédiluve ou sans nettoyage préalable des pieds, soulignant un défaut d'information, voire de formation et l'absence de consensus sur les bonnes pratiques de traitement de la dermatite digitale (Auzanneau, 2009).

i. L'intérêt du pansement

L'utilisation de pansements est controversée. Un pansement « water-proof » testé par l'Université de Berlin améliore considérablement les chances de guérison sur le terrain : la peau redevient normale, en 4 semaines pour 82% des pieds traités avec un pansement étanche contre 44% de ceux traités sans pansement, que ce soit avec un antibiotique (chlortétracycline) ou un désinfectant (cuivre et zinc chélatés) (Klawitter et al., 2019). De plus, les lésions sous pansement ont significativement moins de chance de devenir chronique (M4) (Klawitter et al., 2019). Au contraire, Higginson Cutler et al., (2013) n'ont pas observé de différences de l'efficacité thérapeutique entre l'application de chlorhydrate de tétracycline en pâte et l'usage de chlorhydrate de tétracycline en poudre sous pansement, après 12 jours post-traitement.

ii. Les traitements collectifs

Concernant les traitements topiques collectifs, il existe une assez grande variété de pratiques de par la gamme de produits utilisés, leur concentration et leur régime d'application. Cependant, très peu d'études ont validé scientifiquement leur efficacité dans le traitement de la dermatite digitale (Laven, Logue, 2006 ; Thomsen, 2015). Le moyen le plus fréquemment employé pour appliquer les traitements collectifs est l'utilisation de pédiluves de passage positionnés en sortie de salle de traite. Les pieds sont nettoyés avant traitement, soit au jet d'eau en salle de traite, soit à l'aide d'un pédiluve de « nettoyage » placé avant le pédiluve de traitement, et les solutions de traitement sont renouvelées après un certain nombre de passages, en général autour de 150 - 200 (Speijers et al., 2010 ; Cook et al., 2012). Les traitements collectifs (liquide ou sous forme de mousse (Kovex Foam®)) ont été préconisés pour traiter concomitamment les animaux et faire baisser la pression d'infection mais leur efficacité à limiter l'incidence reste incertaine.

Parmi les substances actives utilisées, les antibiotiques montrent de bons résultats, tels que l'érythromycine (Laven, Hunt, 2002 ; Laven, Proven, 2000) et l'oxytétracycline (à 8 g/L d'eau) en pulvérisation, avec deux traitements hebdomadaires pendant 4 semaines (van Amstel et al., 1995). Cependant, ces pratiques ne sont pas recommandables du fait des risques de développement d'antibio-résistances et de résidus dans le lait. Aucun antibiotique n'a d'ailleurs d'autorisation de mise sur le marché (AMM) pour cette utilisation en Europe et leur utilisation a peu à peu été abandonnée (Laven, Logue, 2006 ; Guatteo et al., 2010).

Devant le risque de développement d'antibio-résistances, les désinfectants ont été de plus en plus préconisés en pédiluves, avec en chefs de file, le formaldéhyde et le sulfate de cuivre (Laven, Logue, 2006). Le formol et le sulfate de cuivre restent les produits de référence en terme d'efficacité curative pour leur utilisation en pédiluve et ont été utilisés comme contrôles positifs dans des études visant à évaluer de nouveaux produits désinfectants (Speijers et al., 2010 ; Teixeira et al., 2010). Le formaldéhyde a montré son efficacité avec différents régimes (entre 1 fois par jour pendant 7 jours à 2 fois par semaine pendant 12 semaines) et différentes concentrations (entre 2,5 et 5%) (Yeruham, Perl, 1998 ; Laven, Hunt, 2002 ; Holzhauer et al., 2008 ; Read, Walker, 1998). Le sulfate de cuivre a également montré son efficacité (de 2% à 5%, 1 fois par jour pendant 7 jours) (Laven, Hunt, 2002 ; Speijers et al., 2010) et le risque de développement de nouvelles lésions M2 sur un des postérieurs est 2,7 fois plus bas qu'avec le formol (Holzhauer et al., 2012a). Cependant l'efficacité préventive de l'utilisation des pédiluves n'est pas prouvée (OR = 1,12 [0,76 - 1,62] ; P=0,56 (Ariza et al., 2017)) et son efficacité curative est variable selon les études (OR=1,22 [0,73 - 2,01] ; P=0,44) (Thomsen, 2015 ; Ariza et al., 2017 ; Speijers et al., 2010 ; Jacobs et al., 2019). De plus des nouvelles preuves suggèrent une résistance génétique possible au cuivre et zinc dans les microbiomes associés aux lésions de dermatite digitale (Zinicola et al., 2015).

Cependant, ces traitements collectifs ont été jugés moins satisfaisants par les éleveurs que les traitements individuels selon l'étude de Auzanneau (2009). Ce constat est corroboré par certaines études qui rapportent des pourcentages de guérison assez faibles que ce soit avec le formol ou le sulfate de cuivre, avec des taux de guérison de 17% du formol et 24 à 36% du sulfate de cuivre dilué à 5 ou 10% après 28 jours d'utilisation (Teixeira et al., 2010 ; Speijers et al., 2010).

Par ailleurs, le formol et le sulfate de cuivre, ont un potentiel toxique à la fois pour l'Homme et pour l'environnement. En effet, le formol est un puissant irritant par contact et inhalation et c'est un produit cancérigène chez l'Homme (IARC, 2006 ; James Cogliano et al., 2005). Il a

été retiré de la commercialisation en Union Européenne en 2018 d'après le Règlement (UE) 2018/675/CE du 2 mai 2018, en temps que biocide. Le sulfate de cuivre risque quant à lui d'atteindre des seuils toxiques pour les plantes, altérant leur croissance, et les organismes aquatiques en s'accumulant dans les sols suite à des épandages successifs de lisiers dans lesquels ont été déversées les solutions de pédiluves utilisées (Ippolito et al., 2010). Le sulfate de cuivre pourrait également être prochainement interdit dans le cadre de la directive 98/8/CE qui régit l'utilisation des substances biocides. On assiste donc à une limitation des moyens disponibles pour contrôler la dermatite digitale alors que les mesures mises en œuvre étaient déjà peu aptes à limiter l'expansion de la maladie dans les troupeaux bovins laitiers.

De ce fait, d'autres désinfectants, déclarés comme efficace, contenant encore souvent du sulfate de cuivre mais en quantité moindre, associé à divers autres désinfectants tels que des minéraux (zinc, aluminium), le glutaraldéhyde, des ammoniums quaternaires ou des acides, ont été mis sur le marché pour le traitement et la prévention de la dermatite digitale sans preuve scientifique majeure le déclarant. Les produits les plus prometteurs semblent être ceux contenant du cuivre, sous forme de cuivre solubilisé (Shearer, Hernandez, 2000) ou de cuivre chélaté (Holzhauer et al., 2011). Ces produits ont montré une efficacité à réduire la taille des lésions de dermatite inférieure à celle des antibiotiques utilisés en traitement topique individuel (Ariza et al., 2017 ; Holzhauer et al., 2008 ; Speijers et al., 2010 ; Teixeira et al., 2010 ; Manske et al., 2002 ; Moore et al., 2001). En effet, des taux de guérison inférieurs à 22%, après 4 semaines de traitement, ont été retrouvés avec de l'hypochlorite de sodium ou le carbonate de sodium ou une solution de phanoxéthanol (Holzhauer et al., 2008 ; Speijers et al., 2010) .

L'utilisation de désinfectants à base de minéraux chélatés (cuivre et zinc) (Hoof Pro +®, Hoof-fit®, Bath et Hoof-Fit liquid®), sur longue durée (5 à 6 mois) présentent une meilleure efficacité curative (83% à 98% à la fin du suivi) (Manske et al., 2002 ; Relun et al., 2012), avec un fort taux d'autoguérison (55% à 61%). Chesnin, (2011) a également montré que le meilleur traitement pour limiter l'apparition de nouvelles infections est la pulvérisation en salle de traite de Hoof-Fit Liquid® (dilué à 50%) appliquée à l'issue de 2 traites espacées de 4 jours et répété 2 fois par mois. En effet, les pieds traités avec Hoof-Fit Liquid® et individuellement à l'Oxytetrin P® avaient 1,3 fois moins de risque de s'infecter que les pieds seulement traités de manière individuelle au cas par cas.

Plusieurs études montrent que certains désinfectants appliqués localement sont au moins aussi efficaces (efficacité curative clinique au minimum) que les topiques antibiotiques et pourraient être une bonne alternative dans le traitement de la dermatite digitale. C'est le cas

de produits contenant du cuivre, du peroxyde et un agent cationique (Victory Foot Cream ND) (Shearer, Hernandez, 2000), un mélange d'acides organiques, sels de cuivre, aluminium et zinc et huiles essentielles (Protexin Hoof-Care ND) (Kofler et al., 2004), un produit à base de cuivre et zinc chélatés avec (HoofSol ND) (Jacobs et al., 2018), l'acide salicylique (Schultz, Capion, 2013), du glutaraldéhyde (Hoof-Max) (Jacobs et al., 2018). Une récente étude de Ariza et al., (2019) a démontré que l'utilisation d'une solution désinfectante biodégradable (Pink-Step, European Commission 2016), utilisé 2 jours toutes les semaines pendant les 2 premiers mois puis tous les 15 jours, augmente significativement la guérison des lésions mais qu'elle n'a aucun effet sur la dynamique d'apparition des lésions de dermatite digitale.

L'intérêt d'un traitement collectif est donc évident, au moins dans les exploitations où la prévalence est élevée (>10%), car il permet non seulement d'améliorer la guérison des animaux mais aussi parfois d'avoir un effet préventif qui n'est pas retrouvé lorsque les animaux sont traités au cas par cas (Relun, 2012). En effet, Solano, Barkema, Pickel, et al., (2017) ont constaté que dans les fermes à haute prévalence de lésions de dermatite digitale (>15%) l'usage d'un pédiluve standardisé (Cook et al., 2012) associée à une bonne gestion du pédiluve (renouvellement fréquent de la solution) pendant 4 traites consécutives diminue la prévalence des lésions actives (M1, M2 et M4.1) et augmente le nombre de vaches sans lésions. Cependant, ces produits ont la plupart du temps montré une efficacité inférieure aux antibiotiques auxquels ils étaient comparés, avec des pourcentages de guérison 28 jours après le traitement compris entre 33% et 79% (Shearer, Hernandez, 2000) contre des taux de guérison de 75 à 89% après 28 jours de suivi pour des traitements individuels (Holzhauer et al., 2017). Au final, à l'heure actuelle, les pédiluves ou la pulvérisation de produits désinfectants systématiquement sur les pieds postérieurs ne peut donc pas remplacer les traitements individuels des bovins atteints de dermatite digitale (Relun et al., 2018).

iii. **Les traitements individuels**

Pour les traitements individuels, on retrouve les antibiotiques et les désinfectants. Les tétracyclines et en particulier l'oxytétracycline est le plus utilisé (utilisé par 49 éleveurs sur 65 dans l'étude de Auzanneau (2009)) localement, en aérosol, associée le plus souvent au violet de gentiane. De plus, l'efficacité curative des traitements topiques individuels perçue par les éleveurs, notamment lorsque des tétracyclines sont utilisées, est en accord avec plusieurs essais cliniques, et ce malgré des fréquences et durées de traitement pratiquées par les

éleveurs souvent inférieures à celles qui ont été évaluées dans les essais (Laven, Logue, 2006 ; van Amstel et al., 1995 ; Krull et al., 2014). L'efficacité de ces traitements individuels, jugée par les éleveurs, vient en partie de la praticité des traitements en aérosol locaux, qui peuvent être réalisable en salle de traite. Les topiques utilisant des désinfectants ont été moins souvent conservés que ceux utilisant des antibiotiques, principalement du fait d'une efficacité jugée moindre pour guérir les lésions (Auzanneau, 2009). Néanmoins, une étude récente a observé une bonne efficacité du Hoof-Fit gel®, avec une application répétée à 3 occasions en cage de parage, sous pansement (Holzhauer et al., 2011).

Parmi les antibiotiques testés, l'application topique d'oxytétracycline est considérée comme le gold standard (Manske et al., 2002 ; Holzhauer et al., 2006). Elle est souvent utilisée comme témoin positif dans de nombreux essais (Hernandez, Shearer, 2000 ; Manske et al., 2002). C'est l'antibiotique dont l'efficacité est la mieux documentée, avec des guérisons observées dès 3 jours après le début du traitement (Kofler et al., 2004), avec 72% à 92% de guérison 28 jours après le début du traitement dans la plupart des études (Kofler et al., 2004 ; Manske et al., 2002 ; van Amstel et al., 1995 ; Shearer et al., 1998). Il est par contre plus difficile de dégager un régime optimal d'utilisation. En effet, les régimes d'applications sont variables (Relun et al., 2018) allant d'une seule application (Nishikawa, Taguchi, 2008 ; Read, Walker, 1998 ; Krull et al., 2016 ; Kofler et al., 2004) à deux applications quotidiennes pendant 3 à 4 semaines (Britt et al., 1996 ; van Amstel et al., 1995 ; Manske et al., 2002 ; Nishikawa, Taguchi, 2008) avec ou sans bandage.

De plus, les critères d'efficacité sont différents en fonction des auteurs : la réduction / disparition de la lésions, la diminution de la boiterie ou le passage des lésions de type M1 ou M2 en M0 ou M3 voire M4 pour certaines études. En effet, Britt et al., (1996) ont montré que l'oxytétracycline en spray (100mg/mL) est efficace par rapport à un contrôle négatif en diminuant les signes de boiterie des animaux, à partir de 3 traitements pendant 3 semaines. L'oxytétracycline utilisée sous bandage (100mg/mL pendant 5 jours), semble diminuer la prévalence de la dermatite digitale (Manske et al., 2002). En effet, suite à deux traitements à l'oxytétracycline à 5 jours d'intervalle sous pansement sur 23 vaches, Manske et al., (2002) ont mis en évidence un taux de guérison avec l'oxytétracycline de 87% (20/23) significativement supérieur comparé à un traitement avec du glutaraldéhyde. Selon, Nishikawa, Taguchi, (2008), une seule application sous pansement permet une réduction de la taille des lésions de dermatite digitale au bout de 29 jours.

D'autres antibiotiques, tels que la lincomycine (Laven, Hunt, 2002 ; Moore et al., 2001 ; Evans et al., 2016 ; Berry et al., 2010), le thiamphénicol, l'association lincomycine/spectinomycine et la valnémuline (Laven, Hunt, 2002) se sont également révélés efficaces, avec des pourcentages de guérison du même ordre que ceux observés pour l'oxytétracycline (Laven, Logue, 2006). Cependant l'efficacité bactériologique reste faible, puisque 7 / 15 lésions considérées guéries cliniquement étaient encore histologiquement actives au bout de 30 jours (Berry et al., 2010). L'efficacité de la lincomycine est de courte durée, puisque au bout de 37 jours, (Berry et al., 2012) 54% des lésions (21/39) ont nécessité au moins un autre traitement. De plus, l'association lincomycine-spectinomycine est interdite en France chez les vaches laitières (Guatteo et al., 2010) et aucun antibiotique contenant de la lincomycine ou l'association lincomycine-spectinomycine n'a d'autorisation de mise sur le marché (AMM) en France pour une utilisation chez la vache laitière (Relun, 2012).

g. Limites des traitements topiques

Il existe deux limites majeures dans l'utilisation des traitements topiques. La première est le fort taux de récurrence observé après l'application de traitements topiques, allant de 32% après 1 mois de traitement, à près de 54%, 641 jours après traitement, alors que les lésions avaient été considérées comme cliniquement guéries (Read, Walker, 1998 ; Higginson Cutler et al., 2013 ; Berry et al., 2012). De plus, Holzhauser et al., (2008) ont montré que malgré un traitement topique, 43% des lésions M2 sont restées inchangées après une semaine. Le mécanisme qui conduit à ces récurrences n'est pas encore élucidé et pourrait correspondre à de la résurgence ou de la ré-occurrence. Nishikawa, Taguchi, (2008) ont suggéré qu'une application locale d'anti-infectieux pouvait être insuffisante pour que ces anti-infectieux atteignent des concentrations capables d'inactiver les agents pathogènes localisés dans les couches profondes du tissu cutané (le derme), ce qui conduirait à la persistance de ces agents et expliquerait le fort taux de réactivation de certaines lésions et d'apparition de nouvelles infections, observé dans certaines études (Berry et al., 2010). C'est le cas des lésions M4 qui ont plus de risque de développer une lésion active que les pieds notés M2 (Bruggink, 2011).

La deuxième limite est que l'efficacité des topiques semble être influencée par différents facteurs, tels que l'historique des traitements pratiqués dans l'exploitation, les caractéristiques des animaux ou la sévérité des lésions, la détection tardive des lésions et le caractère chronophage de ces traitements lorsque de nombreux animaux doivent être traités (Auzanneau, 2009 ; Guatteo et al., 2010). Deux études menées dans des exploitations qui avaient utilisé des tétracyclines en pédiluve pendant plusieurs années à faible dose ont ainsi rapporté que l'oxytétracycline appliquée de manière locale était peu efficace, avec des

pourcentages de guérison à 30 jours inférieure à 30% (Nishikawa, Taguchi, 2008 ; Shearer, Hernandez, 2000), ce qui renforce les hypothèses de développement d'antibio-résistances.

h. L'efficacité démontrée du thiamphénicol en Hollande

Une récente étude de Holzhauser et al., (2012), conduit dans 5 fermes de Hollande, dont la prévalence de dermatite digitale est supérieure à 20%, a comparé l'efficacité thérapeutique de deux traitements topiques contenant un antibiotique sur 109 vaches présentant au moins une lésion de type M2 : du thiamphénicol (Taf Spray Dechra Veterinary Products ; MAH Eurovet Animal Health B.V., Bladel, The Netherlands) (groupe 1) et l'oxytétracycline (Engemycin Spray , MSD B.V. Boxmeer, The Netherlands, ENG) (groupe 2). Après 3 jours consécutifs de traitement comme inscrit dans l'AMM du Taf Spray ®, l'étude démontra une efficacité curative un peu plus significative du thiamphénicol par rapport à l'oxytétracycline sur les lésions M2. En effet, le groupe 1 avait un taux de guérison de 89% [78-94%] à J28 contre 75% [67-86%] pour le groupe 2 (p<0,05).

Compte tenu de fort taux de récurrence même avec l'oxytétracycline, considéré comme un traitement de choix pour contrôler la dermatite digitale et le risque de développement d'antibio-résistance dans des élevages n'utilisant qu'un seul traitement individuel (ex : l'Oxytetrin P®), cet essai ouvre la possibilité de disposer d'un antibiotique alternatif à l'oxytétracycline : le thiamphénicol. En collaboration avec le laboratoire de Dechra, cet essai comparatif a pour objectif, de comparer l'efficacité thérapeutique du thiamphénicol vis-à-vis de l'oxytétracycline contre la dermatite digitale et de confirmer son efficacité comme dans l'étude de Holzhauser et al., (2017).

II. MATERIEL ET METHODE

A. Sélection des élevages

L'étude a été réalisée dans quatre élevages laitiers du département de l'Aveyron. Les caractéristiques de chaque élevage sont présentées ci-dessous (Tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques des 4 élevages laitiers suivis au cours de l'essai clinique et répartitions des vaches suivies par élevage

Elevage	Période de suivi	Nombre total de vaches	Nombre de vaches examinées en cage à J0	Nombre de vaches incluses dans l'essai		Nombres de postérieurs dans l'essai		Nombres de postérieurs à J28	
				OTC	TAF	OTC	TAF	OTC	TAF
1	Août 2018	96	36	14	12	17	17	17	17
2	Octobre 2018	73	73	16	16	23	25	23	23
3	Novembre 2018	71	43	11	11	13	12	11	10
4	Décembre 2018	102	53	18	18	24	25	24	25

Ces élevages ont été sélectionnés sous les conseils de la FODSA (Fédération des Organismes de Défense Sanitaire de l'Aveyron) du département de l'Aveyron, car ils présentent une forte prévalence de lésions de dermatite digitale (>20%) et sont suivies par le même pareur (Monsieur Théron). Deux de ces élevages, possèdent deux robots de traites DeLaval. La traite dans les deux autres élevages est réalisée en salle de traite 2 x 4.

B. Evaluation des animaux

a. Pré-évaluation des animaux à parer

De Octobre 2018 à Décembre 2018, dans chaque élevage, le maximum de vaches en lactation est passé en cage de parage afin de réaliser une évaluation lésionnelle des pieds et de sélectionner les animaux présentant des lésions de dermatite digitale. Mais pour des raisons

de temps et de disponibilité des éleveurs, dans les élevages 1, 3 et 4, une seule journée a été consacrée à cette pré-évaluation. Concernant l'élevage 2, toutes les vaches en lactation et au tarissement sont passées en cage de parage sur deux journées.

Dans les élevages 1, 2 et 3, toutes les vaches sont systématiquement attachées au cornadis lors de l'arrivée du pareur et de l'évaluateur, puis débloquée l'une après l'autre afin de passer au travail, assurant une sélection aléatoire des vaches. Cela a permis d'évaluer les aplombs des animaux en statique et d'attribuer une note de 0 à 2, qui est détaillée plus bas. L'élevage 4, ne disposant pas de cornadis, les vaches sont directement passées en cage de parage de manière aléatoire.

Au total, 205 vaches sont passées en cage de parage, soit 36 pour l'Elevage 1, 73 pour l'Elevage 2, 43 pour l'Elevage 3 et 53 pour l'Elevage 4.

Les postérieurs de chaque vache sont systématiquement levés, parés et des évaluations fonctionnelle et lésionnelle (*cf plus bas*) sont réalisées par l'étudiant vétérinaire (M. De-Campos), en présence du pareur. Six antérieurs sont également levés suite à l'appréciation de l'évaluateur et du pareur (boiterie marquée observée en mouvement).

Cette première évaluation a permis de réaliser notre échantillon d'étude, constitué uniquement de pieds de vaches présentant une ou plusieurs lésions de dermatite digitale.

b. Critères d'évaluation

i. Evaluation lésionnelle

L'évaluation lésionnelle consiste à enregistrer toutes les lésions (limace, seime, ulcère, érosion du talon, bleime...) présent sur tous les pieds levés et grader ces lésions selon l'échelle de notation de Delacroix M., Prodhomme J. (UMT Maitrise de la Santé des troupeaux bovins, 2014) (Annexe1), au moyen d'une cage de parage (SA0051/SA0051B, Wopa Constructiebedrijf BV) et en présence du pareur (Monsieur Théron). Pour cela, une grille de notation a été réalisée par l'évaluateur (M. De-Campos) (Tableau 3).

Tableau 3 : Grille de notation lésionnelle de chaque pied en cage de parage

Numéro de la vache		
Note de synthèse sur la posture		
Membres postérieurs	G	D
Abcès de sole		
Seime longitudinale (externe / interne)		
Rotation de l'onglon		
Ouverture de la ligne blanche		
Bleime (diffus / circonscrite)		
Ulcère de la sole		
Cerise		
Limace		
Lésion typique de panaris		
Nécrose de la pince		
Lésion typique de Mortellaro : M0, M1, M2, M3, M4		
Autres		

La gradation des lésions de dermatite digitale utilisée se base sur un système de scoring standardisé comprenant 5 grade (M0-M4) (Dopfer et al., 1997) modifié par Berry et al., (2012).

D'après Delacroix M., Prodhomme J. (UMT Maitrise de la Santé des troupeaux bovins, 2014), chaque stade lésionnel de la dermatite digitale est décrit macroscopiquement de la manière suivante (*Figure 1*) :

-Stade M0 : absence de lésion de dermatite digitale,

-Stade M1 : lésion précoce, inférieure à 2 cm de diamètre, rouge, plate, la plupart du temps douloureuse

Stade M2 : Lésion aiguë ulcérateuse superficielle caractéristique, plutôt en creux, aspect légèrement granuleux comme une fraise, rouge, saignant facilement, bordée d'un liseré blanc et de poils longs et hirsutes, de diamètre supérieur à 2 cm, souvent très douloureuse

Stade M3 : lésion en voie de guérison suite à un traitement local, parfois avec une croûte et un aspect brunâtre

Stade M4 : lésion chronique avec un aspect dyskératosique ou une prolifération hyperkératosique souvent non douloureuse à la palpation. Le stade M4.1 décrit une lésion de stade M1 présente sur une lésion chronique



Figure 1 : Présentation clinique des différents stades de dermatite digitale : a) M1 = Lésion de 0-2cm, non douloureuse à la palpation ; b) M2 = Lésion ulcérée, de diamètre >2cm, souvent douloureuse à la palpation ; c) M3 = lésion en guérison après traitement, couverte par une croûte ; d) M4 = lésion chronique, dyskératosique ou proliférative, généralement pas douloureuse à la palpation (UMT Maitrise de la Santé des troupeaux bovins, 2014 ; Dopfer et al., 1997)

Ces stades lésionnels peuvent être répartis en deux groupes selon :

-l'intensité de la lésion : les lésions de grade M1 et M2 sont des lésions aiguës alors que les lésions M4 sont des lésions chroniques

-la gravité de la lésion : les lésions M2 et M4 sont des lésions plus sévères que les lésions M1

Dans le cas où plusieurs stades lésionnels sont présents sur un même pied, toutes les lésions ont été relevées.

Afin de dénombrer de manière la plus précise possible les lésions quelque soit leur localisation, une tenaille pour onglon MS Bi-Check (Schippers®) est utilisée pour explorer l'espace interdigité.

La localisation de chaque lésion de dermatite digitale est enregistrée. En effet, comme dans l'étude de Hernandez, Shearer, (2000), plusieurs localisations sont définies. En face plantaire, 4 zones sont établies par l'évaluateur : dans l'espace interdigité (FPID), en talon (FPT), sur la limace (FPL) et sur l'ergot (FPER). De même en face dorsale, 3 zones sont définies : sur la limace (FDL), dans l'espace interdigité (FDID) et au niveau de la couronne (FDC). Dans le cas où une lésion étendue occupe au moins deux localisations différentes, une nouvelle dénomination est définie (FDE ou FPE selon la face du pied atteinte).

ii. **Evaluation fonctionnelle en statique**

L'évaluation fonctionnelle de la boiterie est réalisée en statique, au cornadis sur toutes les vaches des élevages 1, 2 et 3 à partir du tableau de boiterie proposé en Tableau 4 par Delacroix M., Prodhomme J. (UMT Maitrise de la Santé des troupeaux bovins, 2014). En effet, à heure fixe (9 heure du matin), les aplombs des postérieurs de chaque vache sont évalués immédiatement après les avoir attachées au cornadis, leur attribuant une note de 0 à 2, selon des critères de qualité d'aplombs des postérieurs, de ligne du dos et de soulagement du pied.

Tableau 4 : Evaluation de la posture des vaches au cornadis (UMT Maitrise de la Santé des troupeaux bovins, 2014)

Note	Dénomination	Soulagement du pied		Qualité des aplombs postérieurs		Ligne du dos
0	Saine	Aucun	ET	Membres droits et parallèles	ET	Droite
1	Atteinte modérée	Aucun	ET	Anomalies légère	ET/OU	Arquée
2	Atteinte sévère	Suppression d'appui ou appui en pince	OU	Rotation importante des pieds vers l'extérieur, jarrets serrés		

Méthode d'attribution de la note de synthèse sur les postures anormales des vaches au cornadis :

Note d'évaluation statique			Note de synthèse
Soulagement du pied	Qualité des aplombs	Courbure de la ligne du dos	
0	0	0	0
0	0 ou 1	1	1
0	1	0	1
0	2	0 ou 1	2
2	0 ou 1 ou 2	0 ou 1	2

Cette notation est réalisée par l'étudiant vétérinaire (M. De Campos) et vérifiée par un second évaluateur, M. Delacroix, expert en pieds et formateur à l'Ecole de parage du Rheu à partir de photographies de chaque vache prise lors des visites en élevage. L'évaluation lésionnelle est également vérifiée par ce dernier. En cas de désaccord entre les deux évaluateurs, la notation de l'étudiant vétérinaire est retenue.

La grille d'évaluation utilisée par l'étudiant vétérinaire en élevage est proposée en Annexe 2.

Une amélioration des aplombs entre J0 et J28 correspond donc au passage d'une note de 2 le premier jour à 1 ou 0 à J28 ou de 1 le premier jour à 0 à la fin du suivi.

Ce scoring n'est réalisé que dans les élevages 1, 2 et 3 car l'élevage 4 ne dispose pas de cornadis pour évaluer la notation statique des animaux. Ainsi, seulement 80 vaches sont notées : 41 dans le groupe traité à Oxytetrin P® (53 pieds) et 39 dans le groupe traité au Taf Spray® (54 pieds)

C. Traitement

a. Constitution des deux groupes de traitement

Suite à la sélection des pieds présentant des lésions de dermatite digitale le premier jour, ces vaches sont immédiatement réparties en deux groupes de traitements, par l'étudiant vétérinaire. Le premier groupe est constitué de vaches en lactation traitées avec de l'Oxytetrin P® (oxytétracycline) pendant trois jours de suite (J1-J2-J3). Le deuxième groupe est composé des animaux traités avec du Taf Spray® (thiamphénicol) pendant trois jours de suite.

L'Oxytetrin P® et le Taf Spray® ont une Autorisation de Mise sur le Marché pour le traitement des plaies et des infections cutanées. Le premier est une solution à base d'oxytétracycline, sous forme de chlorhydrate (à une concentration de 100mg/g), à application externe, produit par Intervet et se présente en spray aérosol de 520 mL. Le deuxième est une solution de thiamphénicol à une concentration 28,5 mg/g produit par le laboratoire Dechra (EUROVET ANIMAL HEALTH) et se présente en spray aérosol de 150mL.

Dans cet essai clinique, le groupe traité avec l'Oxytetrin P® fait office de groupe contrôle positif, comme c'est le cas dans d'autres études similaires (Holzhauer et al., 2012a ; 2017). Pour des raisons de bien-être et d'éthique, cet essai clinique ne comporte pas de groupe contrôle négatif puisque certaines lésions sont très douloureuses (M2).

La répartition des vaches est réalisée de manière à avoir la même proportion de chaque stade lésionnel (M1, M2 et M4) dans les différents groupes le premier jour et qu'il y ait autant de pieds dans chaque groupe. Par exemple, si le premier pied évalué qui présente une lésion de stade M1 est traité avec de l'Oxytetrin®, le deuxième pied présentant une lésion de stade M1 est intégré au groupe traité avec le Taf Spray®.

Les vaches présentant plusieurs lésions de dermatite digitale sur plusieurs pieds n'ont été traitées qu'avec le même produit.

Afin de garantir un meilleur suivi de chaque vache, chaque groupe est identifié par des bracelets d'identification (Bracelet velcro, MS Shippers®) de couleur bleu pour le Groupe 1 (Oxytetrin P®) et rouge pour le Groupe 2 (Taf Spray®). Ces bracelets ont été placés au dessus de chaque pied des vaches présentant des lésions typiques de Mortellaro.

b. Protocole d'application des anti-infectieux

Le premier jour, suite à la constitution des deux groupes, chaque pied est nettoyé à l'eau claire et séché avec du papier à usage unique en cage de parage. Après avoir pris une photographie de chaque pied, l'évaluateur a pulvérisé l'anti-infectieux (thiamphénicol (Taf Spray®) ou oxytétracycline (Oxytetrin P®)) sur chaque lésion de dermatite digitale, 3 secondes à 15cm de la zone à traiter. Chaque lésion est traitée de la même manière le deuxième et troisième jour. Le protocole est résumé dans la Figure 2.

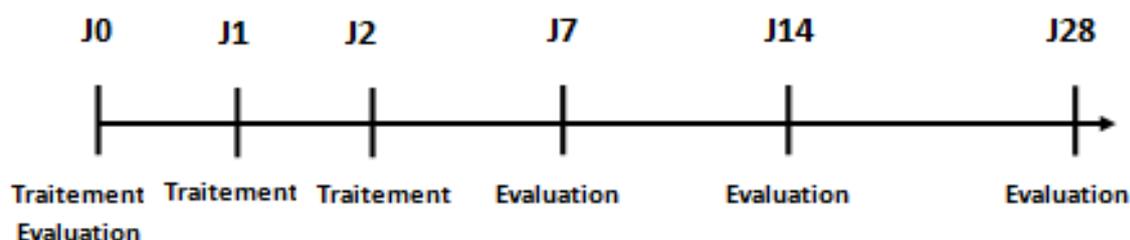


Figure 2 : Frise chronologique du protocole thérapeutique mis en place contre les lésions de dermatite digitale sur une durée de 28 jours

Au terme de ces trois jours de traitement, les bracelets d'identification sont retirés par le pareur et l'évaluateur et remplacés par des bracelets de couleur orange pour toutes les vaches suivies, garantissant ainsi une évaluation post-thérapeutique (lésionnelle et fonctionnelle) à l'aveugle.

D. Description de l'échantillon retenu pour l'étude

Ainsi 116 vaches ont été suivies au cours de l'étude dont 26 vaches provenant de l'Élevage 1, 32 de l'Élevage 2, 22 de l'Élevage 3 et 36 de l'Élevage 4, dont 8 vaches laitières de race Montbéliarde (10 pieds) et 108 vaches laitières de race Prim'Holstein (146 pieds). Pour chaque vache suivie, le stade de lactation (jour en lait), le rang de lactation (1, 2 ou >3) sont enregistrés afin d'évaluer leur influence sur la guérison des lésions.

Au total, dans le groupe traité avec la Taf Spray® (Groupe 1), 36 vaches ont des lésions sur un seul pied, 20 vaches présentent des lésions aux deux pieds et une vache avec des lésions sur trois pieds. Le groupe traité avec l'Oxytetrin P® (Groupe 2) se compose de 43 vaches avec des lésions sur un seul pied, 15 vaches ayant des lésions sur deux pieds et 1 vache avec des lésions sur 3 pieds.

La répartition des stades lésionnels dans les deux groupes d'étude est proposée dans le Tableau 5.

Tableau 5: Description de la proportion de chaque stade lésionnel de dermatite digitale dans chaque élevage, en fonction des groupes de traitement

Élevage	Traitement	Grade lésionnel	Nombre de lésions à J0	Total
Élevage 1	OTC	M1	1	23
		M2	16	
		M4	6	
	TAF	M1	5	27
		M2	17	
		M4	5	
Élevage 2	OTC	M1	15	29
		M2	11	
		M4	3	
	TAF	M1	26	39
		M2	11	
		M4	2	

Elevage 3	OTC	M1	4	13
		M2	9	
		M4	0	
	TAF	M1	7	13
		M2	5	
		M4	1	
Elevage 4	OTC	M1	14	42
		M2	20	
		M4	8	
	TAF	M1	5	39
		M2	24	
		M4	10	

La proportion des différents stades de lactation dans les deux groupes de traitement, dans chaque élevage, est présentée dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Description de la proportion des différents stades de lactation au sein des deux échantillons d'étude, dans chaque élevage

Elevage	Nombre de primipare incluses dans les suivies à J0		Nombre de vache en 2 ^{ème} rang de lactation incluses dans les suivies à J0		Nombre de vache > 3 ^{ème} rang de lactation incluses dans les suivies à J0	
	OXYTETRIN P®	TAF SPRAY®	OXYTETRIN P®	TAF SPRAY®	OXYTETRIN P®	TAF SPRAY®
1	15	22	7	3	1	2
2	2	11	19	9	8	15
3	6	3	2	7	8	3
4	32	31	5	8	5	0

E. Suivis lésionnel et fonctionnel

A 7, 14 et 28 jours après le début du traitement, chaque vache suivie est de nouveau passée en cage de parage où seuls les pieds présentant une ou des lésions de dermatite digitale le premier jour (à J0) sont levés, afin qu'une évaluation lésionnelle soit réalisée par le même étudiant vétérinaire (M. De Campos) de la même manière qu'au premier jour.

Avant de passer en cage, les animaux sont tous attachés au cornadis à 9 heure du matin afin d'évaluer les aplombs des animaux et établir une note fonctionnelle pour chaque vache, exactement comme le premier jour

Un modèle de suivi lésionnel et fonctionnel de la boiterie est proposé en Annexe 3.

Dans cette étude, l'unité expérimentale est la lésion. Ainsi, on considéra comme guérie toute lésion de type M0, à J7, J14 ou J28, initialement de type M1-M2-M3 ou M4 (à J0).

Le taux d'incidence des lésions de dermatite digitée au cours du suivi n'est pas rapporté à l'éleveur afin de ne pas influencer sa manière de travailler.

En ne suivant que les pieds de vaches présentant des lésions de dermatite digitale le premier jour, toutes nouvelles lésions apparues sur les même pieds, à un autre endroit différent des

lésions initiales, sont enregistrées, mais pas traitées. Cependant, toutes lésions apparaissant sur un autre pied au cours du suivi ne sont pas enregistrées.

F. Animaux retirés de l'étude

Au cours de l'étude, certaines vaches n'ont pas pu être suivies certains jours. Dans l'élevage 3, deux vaches n'ont pas été évaluées à J28 car elles ont été envoyées à l'abattoir, puisqu'elles présentaient un fort taux cellulaire dans le lait. Dans ce même élevage, une autre vache n'a pas été évaluée ce même jour car elle présentait un hématome au niveau du jarret. En effet, l'évaluation des pieds des vaches suivies, en cage de contention, a parfois été associée à l'apparition d'hématomes, entraînant une boiterie passagère de l'animal. Ce fut le cas également pour quatre vaches de l'élevage 2 qui n'ont pas été passées au travail au quatorzième jour de suivi pour trois d'entre-elles et au vingt-huitième jour pour la quatrième.

G. Analyses biostatistiques

Les données ont dans un premier temps fait l'objet d'une analyse descriptive simple.

Afin d'évaluer l'effet du traitement sur la guérison éventuelle des lésions, les données ont été analysées à l'aide de plusieurs modèles logistiques multivariés.

L'analyse s'est faite à l'échelle du pied. La variable réponse était la guérison (codée 1) ou l'absence de guérison (codée 0), observée, selon les modèles, à J28, J14 ou J7. Les variables explicatives incluses dans les modèles initiaux étaient :

- le traitement, avec l'Oxytetrin P® comme référence,
- le stade lésionnel observé lors de la première visite (avec les lésions M1 prises comme référence),
- le rang de lactation (1, 2, ≥ 3 , référence ≥ 3),
- le délai depuis la mise-bas (en classe, <100 jours, 100 à 400 jours, plus de 400 jours)
- le nombre de pieds atteints lors de la première visite (1, ≥ 2)
- le nombre de lésions observées sur le pied atteint lors de la première visite (1, 2, ≥ 3)
- l'élevage.
- Un effet différent du traitement selon le stade lésionnel étant possible, l'interaction traitement * stade lésionnel a été intégrée dans les modèles initiaux.

Pour tenir compte de la corrélation possible des lésions observées sur plusieurs pieds d'une même vache, un effet aléatoire "vache" a été intégré.

Une sélection pas à pas descendante, basée sur le test de rapport de vraisemblance, a été effectuée afin de ne conserver dans les modèles finaux que les variables significatives au seuil de 5%. La variable traitement a été forcée, c'est à dire qu'elle a été maintenue dans les modèles finaux, même si non significative.

Les résultats ont été exprimés en odd's ratio (rapport de côtes) avec leur intervalle de confiance à 95%. Un odd's ration significativement supérieur à 1 est associé à un effet protecteur, c'est-à-dire à une probabilité de guérison accrue. A l'inverse un odd's ratio significativement inférieur à 1 traduit un effet délétère, c'est-à-dire à une guérison moindre.

L'ensemble de ces modèles ont été ajustés sous R (version 3.5.0) avec la fonction glmer du packagelme4.

III. RESULTATS

A. Caractéristique de l'échantillon d'étude :

Au total, 156 pieds, dont 6 antérieurs, (225 lésions M1, M2 ou M4) ont été suivis durant 28 jours, soit 118 lésions de dermatite digitale traitées avec le Taf Spray® (groupe 1) et 107 lésions de Mortellaro traitées avec l'Oxytetrin P® (groupe 2).

Dans cette population d'étude, l'estimation de la prévalence de la dermatite digitale est en moyenne de 58,8% (de 43,8% dans l'élevage 2 à 72,22% dans l'élevage 1). En particulier, 66% (77/116) des vaches avaient un seul pied atteint, 32% (37/116) des vaches avaient deux pieds atteints et 2% avaient trois pieds présentant des lésions de dermatite digitale.

La proportion de chaque type lésionnel est présentée dans le Tableau 7.

La localisation des types lésionnels par groupe de traitement est représentée dans le Tableau 7. La majorité des lésions ont été retrouvées en face plantaire. En effet, en moyenne, 91% des lésions de dermatite digitale détectées à J0 se situent en face plantaire, dont 49% des lésions se trouvent au niveau de l'espace interdigité. La deuxième localisation préférentielle de ces lésions de dermatite digitale est au niveau du talon en face plantaire, avec en moyenne 32% des lésions retrouvées dans cette zone.

B. Taux de guérison à J7, J14 et J28

D'après les résultats du modèle logistique multivarié (Tableau 8), les principaux résultats obtenus au terme de l'étude (28 jours), sont une efficacité thérapeutique sur le plan lésionnel de 79,9 % pour Taf Spray® et de 76,6 % pour Oxytetrin P® avec un odd's ratio du groupe Taf Spray® de 1,59 [0,38-6,62] par rapport à Oxytetrin P®. La différence entre les 2 groupes n'est pas statistiquement significative au seuil de 5%.

A J7, l'efficacité thérapeutique du traitement au thiamphénicol est significativement inférieure à celui avec l'oxytétratcycline (Tableau 10).

Aucune différence significative d'efficacité thérapeutique n'est observée entre les deux traitements à J14 (Tableau 11)

Le taux de guérison des lésions initiales M2 et M4 à J7, J14 et J28 est significativement moins important que le taux de guérison des lésions M1 (Tableaux 8-9-10-11). Ainsi une lésion M1 observée à J0 a plus de chance de guérir au bout de 28 jours qu'une lésion M2 ou M4.

Tableau 7 : Localisation des différentes lésions à J0 dans les deux groupes d'étude

Localisation des lésions (M1, M2 et M4) à J0		TAF SPRAY®			OXYTETRIN P®		
Type lésionnel		M1	M2	M4	M1	M2	M4
Nombres de types lésionnels à J0		43/118	57/118	18/118	34/107	56/107	17/107
Proportion des types lésionnels à J0		36,44%	48,31%	15,25%	31,78%	52,34%	15,88%
Localisation des lésions							
Face dorsale	FDC	0	2	0	0	0	0
	FDID	1	5	0	3	8	0
	FDL	0	0	0	0	1	0
Face plantaire	FPID	30	21	14	13	23	10
	FPT	3	14	0	9	13	1
	FPE	0	6	4	0	2	4
	FPER	0	0	0	1	0	0
	FPL	9	9	0	8	9	2
Total		118			107		

Tableau 8: Résultats du modèle logistique multivarié : guérison à J28

Variable	Référence	Odd'ratio	Intervalle de confiance	p-value
Guérison à J28 dans le groupe TAF SPRAY®	Guérison à J28 dans le groupe OXYTETRIN P®	1,5931	[0,38-6,62]	0,5217
Guérison à J28 des lésions M2 (à J0)	Guérison à J28 des lésions M1 (à J0)	0,2353	[0,0433-1,2800]	0,0941
Guérison à J28 des lésions M4 (à J0)	Guérison à J28 des lésions M1 (à J0)	0,0037	[0,0002-0,0561]	0,001

Tableau 9 : Taux de guérison à J28 des lésions (M1, M2 et M4 à J0) dans chaque élevage

Élevage	Nombre de lésions traitées avec OXYTETRIN P®	Nombre de lésions guéries avec OXYTETRIN P®	Taux de guérison à J28 (%)	Nombre de lésions traitées avec TAF SPRAY®	Nombre de lésions guéries avec TAF SPRAY®	Taux de guérison à J28 (%)	P-value (Test de Fisher)
1	23	15	65,22	27	18	66,67	>0,05
2	29	25	86,21	39	37	94,87	>0,05
3	13	8	61,54	13	10	76,92	>0,05
4	42	34	80,95	39	29	74,36	>0,05
Total	107	82	76,64	118	94	79,88	0,6326

Tableau 10 : Résultats du modèle logistique multivarié : guérison à J7, à l'exclusion des lésions M4 (aucune guéries)

Variable	Référence	Odd'ratio	Intervalle de confiance	p-value
Guérison à J7 dans le groupe TAF SPRAY®	Guérison à J7 dans le groupe OXYTETRIN P®	0,1827964	[0,03582289- 0,9327698]	0,040983394
Guérison à J7 des lésions M2 (à J0)	Guérison à J7 des lésions M1 (à J0)	0,1727689	[0,04591892-0,6500394]	0,009401275

Tableau 11 : Résultats du modèle logistique multivarié : guérison à J14

Variable	Référence	Odd'ratio	Intervalle de confiance	p-value
Guérison à J14 dans le groupe TAF SPRAY®	Guérison à J14 dans le groupe OXYTETRIN P®	0,7319	[0,1398-3,8319]	0,7044
Guérison à J14 des lésions M2 (à J0)	Guérison à J14 des lésions M1 (à J0)	0,1040	[0,0180-0,6006]	0,0125
Guérison à J14 des lésions M4 (à J0)	Guérison à J14 des lésions M1 (à J0)	0,0022	[0,0001-0,0924]	0,0014

Au bout 7 ou 14 jours, le traitement à base d'oxytétracycline est plus efficace qu'un traitement à base de thiamphénicol sur des lésions notées M1 le premier jour (J0) (Tableau 12).

Tableau 12 : Taux de guérison des lésions M1 à 7, 14 et 28 jours

Taux de lésions M1 suivies depuis J1 et guéries ...	TAF SPRAY			OXYTETRIN			P-value
	Lésions guéries	Pourcentage	Intervalle de confiance	Lésions guéries	Pourcentage	Intervalle de confiance	
A J7	5	11,63%	[22,76%-51,66%]	12	35,29%	[65,82%-93%]	0,01291
A J14	16 (16/32)	50%	[32,68%-67,32%]	27	79,41%	[19,23%-51,36%]	0,01944
A J28	38 (38/41)	92,68%	[84,71%-100%]	33 (33/34)	97,06%	[91,38%-100%]	0,4011
Nombre total de lésions M1 observées à J1 par groupe	43			34			

C. Facteurs influençant la guérison

Aucune différence significative inter et intra groupe ne fut observée concernant l'amélioration de l'aplomb des pieds entre J0 et J28.

Les variables rang de lactation, nombre de pieds atteints par vache, nombre de lésions par pieds à J0, les stades de lactation et la localisation des lésions initiales n'ont pas été retenu puisque aucun effet significatif n'a été observé.

D. Taux de nouvelles lésions et cinétique d'évolution des lésions au cours du suivi.

Au cours du suivi, l'apparition de nouvelles lésions fut observée dans les deux groupes de traitement sans différence significative avec un taux d'apparition à J28 de 4%. En effet, malgré le traitement réalisé sur 3 jours dans les deux groupes 9 et 15 nouvelles lésions dans les groupes traités à l'Oxytetrin P® et au Taf Spray®, ont été respectivement observées. Le traitement au thiamphénicol ne semble donc pas avoir d'influence significative supérieur à l'oxytétracycline sur la prévention de l'apparition de nouvelles lésions de dermatite digitale (Tableau 13).

Tableau 13 : Taux d'apparition de nouvelles lésions sur les pieds suivi

Nombre de pieds suivis avec de nouvelles lésions	TAF SPRAY			OXYTETRIN			P-value
A J7	2,53%	2/79	[0%-6%]	2,60%	2/77	[0%-6,15%]	1
A J14	5,41%	4/74	[0,25%-10,56%]	12,99%	10/77	[5,48%-20,50%]	0,1601
A J28	4%	3/75	[0%-8,43%]	4%	3/75	[0%-8,43%]	1
Total	11,39%	9/79	[4,39%-18,40%]	19,48%	15/77	[10,63%-28,33%]	0,1616

Le suivi des lésions à J7 et J14 met en évidence la persistance de lésions initialement M4 (Figure 5). En effet, 64,71% et 72,22% des lésions initialement M4 persistent au bout de 28 jours malgré le traitement et seulement 6 (35,29%) et 5 (27,78%) lésions initialement M4 sont guéries avec respectivement l'oxytétracycline ou le thiamphénicol.

Pour les lésions de dermatite digitale gradées M2 à J0, 3 lésions M2 (5,36%) ont persisté 28 jours après le traitement à l'Oxytetrin® et deux sont devenues chronique (M4). Dans le groupe traité avec le Taf Spray®, on ne retrouve que deux lésions M2 passées à la chronicité (M4) (Figure 3).

Pour les lésions de dermatite digitale gradées M1 à J0, plus de la moitié des lésions sont guéries au bout de 14 jours après traitement avec l'oxytétracycline alors que seulement 37,21% des lésions M1 sont guéries à J14 après un traitement au thiamphénicol (Figure 4).

Figure 4 : Devenir des lésions M1 (total : 56 pour OTC et 57 pour TAF) au cours du suivi

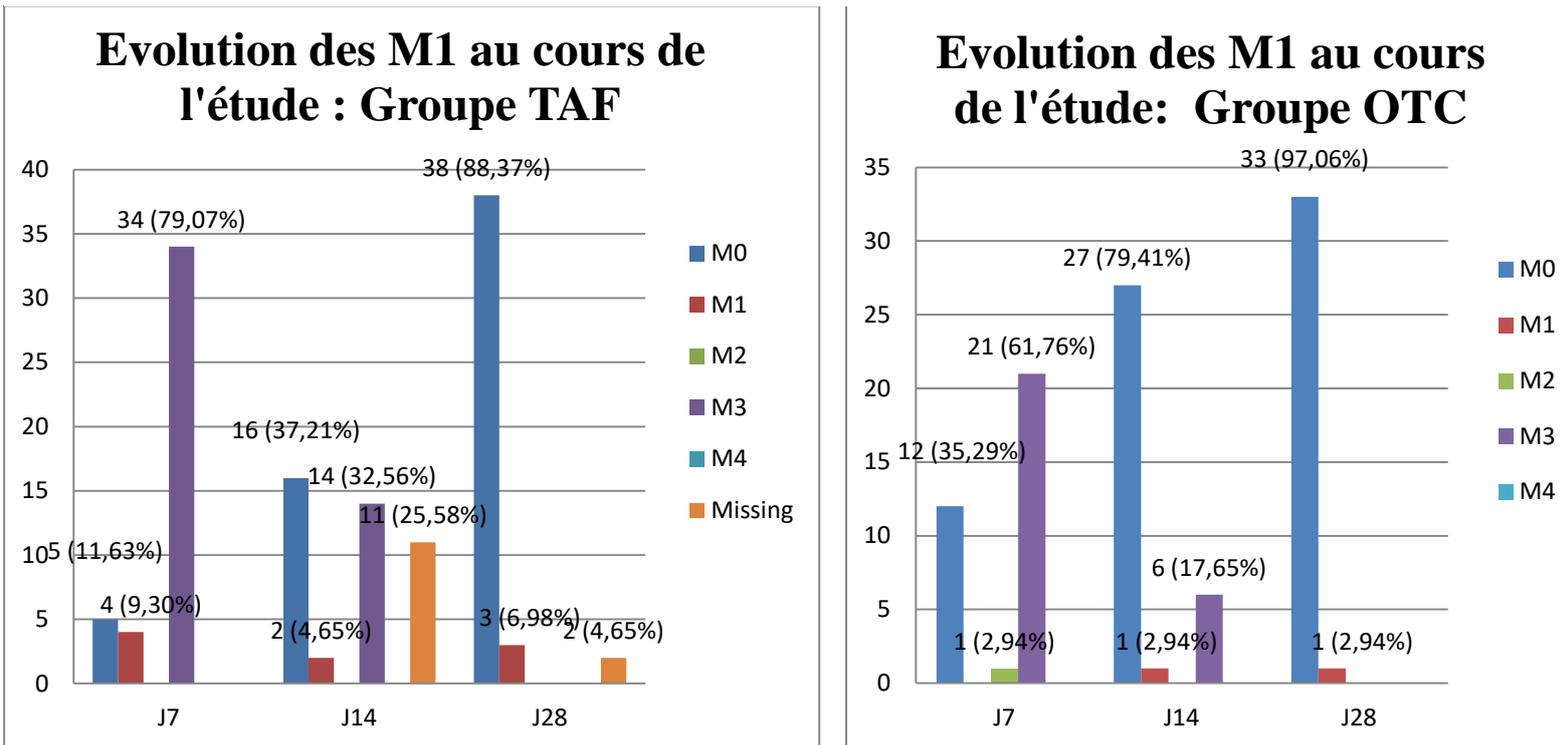


Figure 3 : Suivi des lésions M2 (total : 56 pour OTC et 57 pour TAF) au cours du suivi

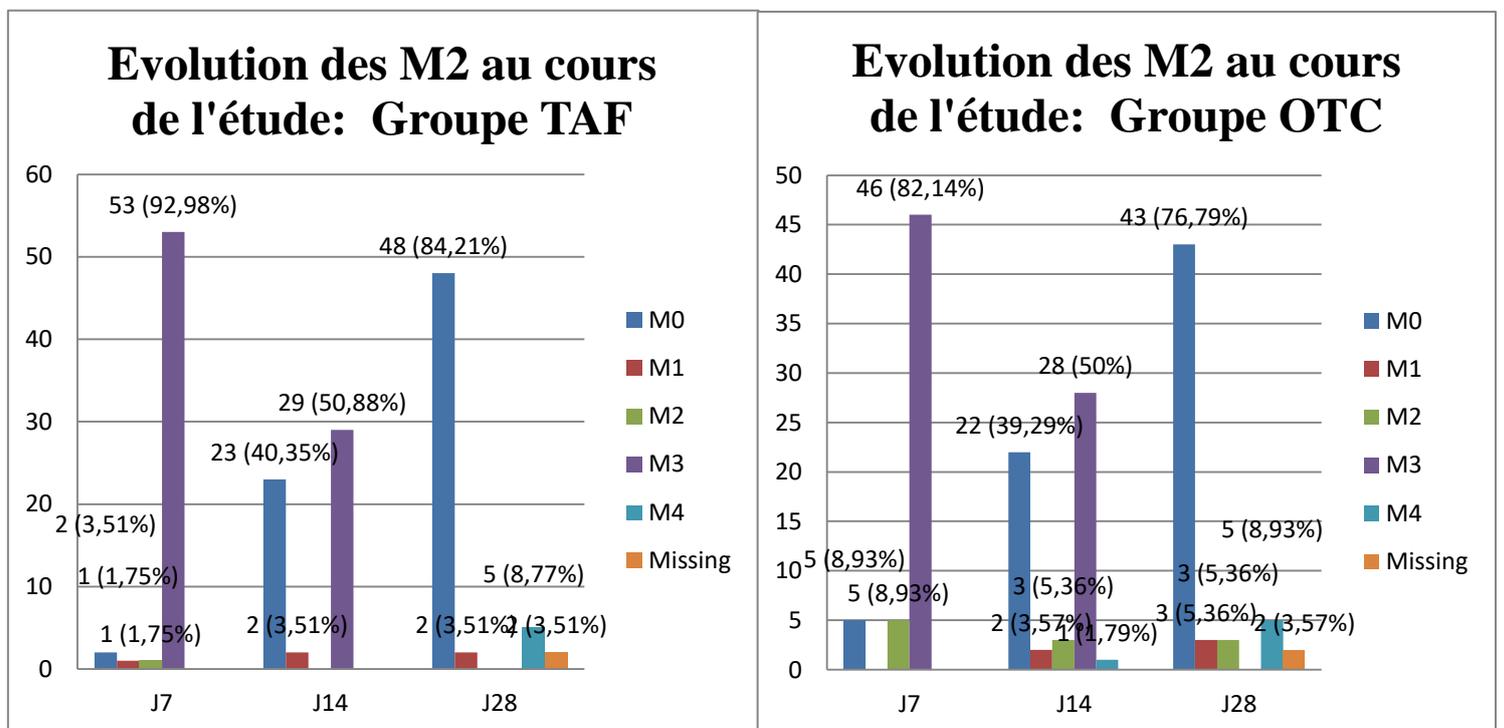
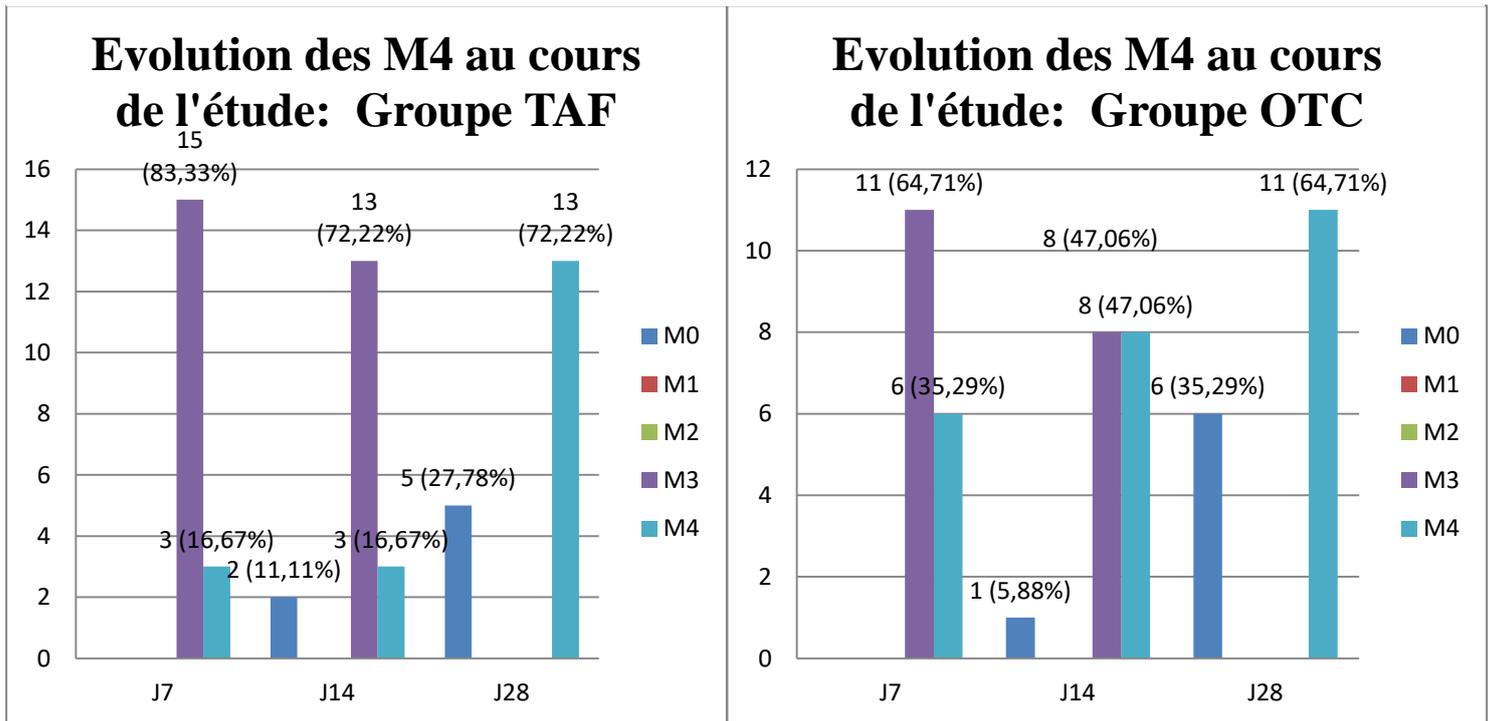


Figure 5 : Suivi des lésions M4 (total : 17 pour OTC et 18 pour TAF) au cours de l'étude



IV. DISCUSSION

L'objectif de cette étude était de déterminer l'efficacité curative d'un nouvel antibiotique, le thiamphénicol en spray, pour le traitement de la dermatite digitale en le comparant à l'oxytétracycline, considéré comme l'antibiotique de référence selon certaines études (Hernandez, Shearer, 2000 ; Manske et al., 2002).

A. Discussion du protocole thérapeutique choisi

a. Nature de l'échantillon

Notre échantillon d'étude se compose de quatre élevages présentant une prévalence de la dermatite digitale supérieure à 20%, ce qui est généralement le cas dans les études évaluant l'efficacité curative ou préventive d'un traitement contre cette maladie (Solano, Barkema, Jacobs, et al., 2017).

Notre étude fut réalisée dans 4 élevages différents afin d'obtenir des résultats les plus transposables à la réalité, contrairement à certaines études où le suivi est réalisé dans un seul élevage (Manske et al., 2002 ; Teixeira et al., 2010 ; Laven, Logue, 2006). En effet des facteurs zootechniques et environnementaux peuvent influencer les taux de guérisons obtenus (propreté des pieds, accès au pâturage, humidité...) comme cela a été démontré, entre autres par Relun, Lehebel, et al., (2013a). Selon Bruggink, (2011), les lésions de vaches dont les membres étaient propres avaient 1,5 fois plus de chance de guérir que les lésions issues de troupeaux où l'hygiène podale n'est pas maîtrisée.

Malgré des méthodes de notations similaires, des différences d'appréciations du statut vis-à-vis de la dermatite digitale existent entre études en fonction du stade lésionnel considéré comme étant d'intérêt. Ainsi, dans les essais cliniques, les échantillons d'étude de Holzhauser et al., (2011) ; Dotinga et al., (2017) et Relun, Lehebel, et al., (2013a) sont composés uniquement de vaches présentant des lésions de dermatite digitale de grade M2, puisque le stade M2 est considéré comme étant à la fois le plus douloureux et le plus infectieux (Döpfer et al., 1997). Pourtant, le stade M4 pourrait être considéré comme infectieux puisque des tréponèmes ont été identifiés par PCR dans les couches profondes de ces types de lésions (Döpfer et al., 2012) et pourrait jouer un rôle dans la dynamique de la dermatite digitale et mériterait d'être considéré différemment des pieds ne présentant aucune lésion de dermatite digitale (M0). De plus, l'étude de Biemans et al., (2018) montre que les lésions inactives contribuent à plus de 95% au taux de reproduction de la maladie, dont en particulier les

lésions M4 représentent 70% du temps infectieux. Les lésions de type M4 pourrait donc être à l'origine des récurrences et de la pérennisation de la maladie dans l'élevage. Les lésions de type M4 devraient être évitées pour réguler la maladie de dermatite digitale alors que les lésions M2 doivent être évitées pour des raisons de bien être animal. C'est pour cela que, dans notre étude, les lésions de grade M1, M2 et M4 ont été suivies.

De plus, dans notre étude, si plusieurs lésions se trouvent sur le même pieds, toutes sont retenues, ce qui n'est pas le cas dans d'autres études (Nielsen et al., 2012 ; Relun et al., 2011 ; Solano, Barkema, Jacobs, et al., 2017 ; Jacobs et al., 2018), où seule la lésion la plus importante était retenue, selon la hiérarchie $M2 > M1 > M4 > M3$. En considérant l'ensemble des lésions présentes, les interactions possibles entre les différents stades lésionnels et leur influence sur la guérison des lésions peuvent être évaluées.

b. Système de détection

Afin de détecter le maximum de lésions, l'évaluation lésionnelle des pieds a été réalisée en cage de parage durant les 3 jours de traitement et lors du suivi (J7, J14 et J28), ce qui n'est pas le cas de l'étude similaire de Holzhauser et al., (2017) qui a évalué les lésions à J7 et J14 en salle de traite. En effet, la détection et l'évaluation des lésions de dermatite digitale en cage de parage sont considérées comme chronophages et stressantes (Relun et al., 2011) pour les vaches, mais reste le gold standard, malgré de nombreuses méthodes alternatives proposées (Relun et al., 2011 ; Laven, Hunt, 2002 ; Logue et al., 2012). L'évaluation de la détection des lésions de dermatite digitale en salle de traite, au moyen d'une lampe frontale et d'un miroir télescopique, par Relun et al., (2011) et Solano, Barkema, Pickel, et al, (2017) a démontré une forte sensibilité de l'ordre de 92% pour l'absence de lésion (M0) versus la présence de M1, M2, M3 et M4 et la détection des lésions se trouvant sur les bulbes du talon. La spécificité de cette méthode de détection est de 88% et a permis d'avoir des résultats proches de ceux réalisés en cage de parage. Cependant, cette sensibilité devient inférieure à 67% si la lésion se trouve ailleurs (Solano, Barkema, Jacobs, et al., 2017 ; Biemans et al., 2018). De plus, dans l'étude de (Solano, Barkema, Jacobs, et al., 2017), la technique de détection des lésions en salle de traite confond 11% des lésions de grade M0 avec le grade M4 et les sensibilités de détection des lésions M1 (7%) et M4.1 (20%) sont mauvaises. Ainsi dans le cas d'un suivi de la dermatite digitale dans l'élevage et la détection des stades lésionnels M1 dans l'espace interdigité (nombreuses dans l'élevage 2 de notre étude) (Holzhauser et al., 2008) et M4.1, la détection en cage de parage apparait comme la méthode la plus adaptée.

c. Inspection des postérieurs

Dans l'étude, l'évaluation lésionnelle fut principalement réalisée sur les postérieurs comme dans de nombreuses études (Cramer et al., 2009 ; Relun et al., 2011 ; Solano, Barkema, Pickel, et al., 2017). En effet, 90% des lésions de dermatite digitale se trouvent sur les postérieurs (Relun et al., 2011) contre 5 à 7% des vaches ont des lésions de dermatite digitale exclusivement sur les antérieurs (Laven, 2001 ; van Amstel et al., 1995). La majorité de ces lésions sont localisées sur le talon (87%) contre seulement 9,8 % dans l'espace interdigité et 2,4 % affectant la face dorsale du pied dans l'étude de Solano, Barkema, Pickel, et al., (2017).

d. Caractéristiques du protocole thérapeutique

i. Critères d'efficacité

Dans le cas de vaches ayant plusieurs pieds atteints, le même traitement fut appliqué sur tous les pieds atteints. Cela permet d'éviter tout biais lié à l'utilisation de plusieurs traitements sur une même vache, comme c'est le cas dans l'étude de Dotinga et al., (2017), Capion et al., (2018), Holzhauer et al., (2012) ou de Logue et al., (2012) où chaque postérieur est traité avec un produit différent.

Les protocoles utilisés par les précédents essais cliniques sont extrêmement variables, que ce soit sur les critères d'inclusion, les moyens de détection, les régimes d'application testés, la fréquence et la durée des observations ou les critères d'efficacité choisis (réduction des boiteries, diminution de la sévérité des lésions, guérison) rendant ainsi les études difficilement comparables (Guatteo et al., 2010). L'efficacité curative est évaluée par la guérison des lésions, le critère le plus précis étant l'absence de lésions à la fin de l'étude (stade M0) (Krull et al., 2016), comme dans notre étude. Cependant, au niveau individuel, une lésion guérie n'a pas la même définition d'une étude à l'autre. En effet, aucun consensus n'existe et certaines études comme celle de Holzhauer et al., (2017) ; (2012b) considèrent comme guérie toute lésion initiale M2 devenue M0 ou M4 à la fin de l'essai clinique (à J28) (Weber et al., 2019). Dans notre étude, la guérison est la transformation d'une lésion initiale M1, M2 ou M4 en stade M0 à J28. Pour Holzhauer et al., (2008), Bruggink, (2011), la guérison est considéré comme le passage d'une lésion initialement M2 en un autre stade. D'autre part, une guérison macroscopique n'est par forcément synonyme de guérison histologique (Berry et al., 2010).

L'efficacité curative du traitement au thiamphénicol ou oxytétracycline a également été évaluée en fonction de l'amélioration de la boiterie (Britt et al., 1996). Ce critère est parfois

utilisé à tort comme élément diagnostique et n'est pas adapté (Krull et al., 2016) puisque de nombreuses vaches présentent des lésions de dermatite digitale pendant des périodes prolongées sans développer de boiterie (Frankena et al., 2009). De plus, dans notre étude, 6 antérieurs ont été levés suite à l'observation d'une boiterie.

La disparition de la douleur, qui est parfois aussi utilisée comme signe de guérison, dépend de la sensibilité de l'animal et ne représente pas un critère de guérison fiable. En effet, dans l'étude de Higginson Cutler et al., (2013) sur 19% des lésions actives, la pression exercée par l'algomètre ne provoque pas de retrait du pied.

ii. **Le groupe contrôle**

Le traitement à l'oxytétracycline est souvent utilisé comme groupe contrôle positif dans les études (Jacobs et al., 2018 ; Manske et al., 2002 ; Britt et al., 1996), représente le traitement de choix dans les traitements au cas par cas (Shearer et al., 2016) et son efficacité est bien perçue par les éleveurs (Auzanneau, 2009). Cependant, les protocoles thérapeutiques mis en place varient d'une simple application d'oxytétracycline en poudre sous pansement (Read, Walker, 1998) à une à deux applications en salle de traite pendant 4 semaines. Dans notre étude, l'Oxytetrin P® est appliqué conformément à l'AMM du Taf Spray®.

e. **Caractéristiques du suivi**

La durée du suivi est très variable selon les essais cliniques variant de moins d'un mois (Holzhauer et al., 2017 ; Read, Walker, 1998) à de long suivi de 6 mois (Relun et al., 2012). Malgré la courte durée de suivi de notre étude, de nouvelles lésions sont apparues alors que la durée médiane d'apparition d'une nouvelle lésion de dermatite digitale est de 5 mois selon Krull et al., (2016) ; Relun, Lehebel, et al., (2013a), soit une incidence de 4 cas pour 100 pieds par mois (Relun, Lehebel, et al., 2013a). Ainsi une durée de suivi courte de 30 jours permet d'observer la guérison de lésions (Ariza et al., 2017) et permet d'observer des échecs thérapeutiques ou la recrudescence des lésions.

Un suivi hebdomadaire ou tous les 15 jours, comme dans notre étude, permet également d'identifier de manière plus précise la transition des lésions et ne pas louper de stade lésionnel de par un intervalle entre évaluations trop grand (Solano, Barkema, Pickel, et al., 2017). En effet, Holzhauer et al., (2012b) rapporte que chaque semaine les transitions entre stades lésionnels sont fréquentes, se produisant dans 39 à 67% des cas. De plus, Nielsen et al., (2012) démontra que la durée moyenne d'épisodes non censurés de dermatite digitale est de 1,7

semaines indiquant que la durée de la majorité des lésions de dermatite digitale pourrait être plus courte que 42 jours. Afin d'avoir une idée de la dynamique de la maladie en détail, une observation hebdomadaire est donc nécessaire. Au contraire, un intervalle de 1 mois est insuffisant et une résolution ou une récurrence peut être loupée (Holzhauer et al., 2008).

D'autre part, malgré la mise en place de bracelets de même couleur quelque soit le traitement, l'évaluation thérapeutique des deux traitements contre la dermatite digitale n'a pas pu se faire à l'aveugle puisque la couleur bleue de l'Oxytetrin P® a parfois persisté jusqu'à la fin du suivi comme dans d'autres études (Solano, Barkema, Jacobs, et al., 2017). Le fait de ne pas avoir pu réaliser l'essai en aveugle, puisque un seul évaluateur était en charge de la réalisation du traitement, a pu constituer un biais dans l'évaluation de la guérison.

B. Discussion des résultats de l'étude

a. Efficacité curative du thiamphénicol et de l'oxytétracycline

En se basant sur la définition de l'efficacité curative de notre essai, le taux de guérison estimé après 28 jours de suivi est de 79,88 % et 76,64 %, pour le Taf Spray® et l'Oxytetrin® respectivement. Il n'y a donc pas de différences significatives entre les deux groupes de traitements. Une étude similaire (Holzhauer et al., 2017) obtenue des résultats significativement différents entre les deux groupes (89% et 75% pour les groupes traités respectivement avec le Taf Spray® et l'oxytétracycline (Engemycine® en spray, MSD B.V. Boxmeer)). Ces différences sont potentiellement dues à la nature de l'échantillon d'étude et la variabilité de la définition d'une guérison selon les études. En effet, l'étude de Holzhauer a suivi 129 postérieurs affectés par des lésions M2 uniquement et la guérison a été définie comme le passage d'une lésion de type M2 à J0 à une lésions guéries (M0) ou chronique non douloureuse (M4) à J7, J14 ou J28. L'Oxytetrin P® est un produit plus épais que l'Engemycine® ce qui pourrait expliquer les différences observées entre les deux études.

L'étude de Holzhauer et al., (2017) a mise en évidence une influence de l'effet « élevage » sur la guérison complète (M0) des lésions M2. En d'autres termes, dans 2 élevages, la plupart des postérieurs ont été scorés M0 et dans 2 autres élevages, presque tous les postérieurs ont été scorés M4 à J28. En ne considérant que les lésions de type M2 à J0 dans notre étude, aucun facteur « élevage » n'a été mis en évidence et 84,21% et 76,78% des lésions M2 traitées au thiamphénicol ou à l'oxytétracycline respectivement ont été complètement guéries après 28 jours de suivi.

Le type lésionnel initial semble influencer fortement la guérison des lésions. En effet, les lésions de type M1 guérissent significativement mieux que les autres types (M2 et M4) tout au long du suivi avec un taux de guérison à J28 de 92,68% et 97,06% pour les lésions M1 traitées respectivement au thiamphénicol et à l'oxytétracycline. Ce constat est retrouvé dans l'étude de Bruggink, (2011), où les lésions M1 avaient 1,25 fois plus de chance de guérir que les lésions M2 avec des traitements différents (Hoof Fit Liquid®).

b. Prévalence et localisation des lésions de dermatite digitale

La prévalence moyenne de la dermatite digitale observée est de 58,8% ce qui est comparable aux valeurs obtenues dans de précédentes études de l'ordre de 49% (Solano, Barkema, Pickel, et al., 2017) à 62 % (Nielsen et al., 2012) lorsque tous les types de lésions (M1, M2, M4) sont enregistrées. Dans l'étude de (Holzhauer et al., 2006), une prévalence de dermatite digitale de 34% fut trouvée. Cependant dans cette dernière étude, seulement les lésions de type M2 ont été enregistrées. De plus, dans notre étude, 32% des vaches étaient atteintes sur deux pieds ce qui est similaire aux résultats de l'étude de Nielsen et al., (2012) (33% ; 246/742 vaches) et légèrement inférieur aux résultats de Solano, Barkema, Pickel, et al., (2017) avec 49% de vaches.

Aucune latéralisation préférentielle n'a pas été mise en évidence comme dans l'étude de Holzhauer et al., (2006). En effet, dans son étude, 31% des lésions se trouvent sur le postérieur droit et 29% des lésions sont sur le postérieur gauche.

Dans l'étude, en moyenne 54% des lésions M1 se trouvent dans l'espace interdigité, soulignant l'intérêt de l'évaluation lésionnelle en cage de parage par rapport à l'évaluation en salle de traite (Holzhauer et al., 2008). Dans l'étude, 85,1 % des lésions de dermatite digitale se trouvent en face plantaire. Read, Walker, (1998) ont obtenu des résultats similaires avec 84 % des lésions se trouvant en région plantaire.

Cependant, la majorité des lésions ont été retrouvées au niveau ou adjacente à l'espace interdigité (49,3%) et seulement 17,8 % en talon. Ces résultats sont relativement différents de ceux obtenues par Solano, Barkema, Jacobs, et al., (2017) et Read, Walker, (1998) pour qui la localisation préférentielle des lésions de dermatite digitale se trouve au niveau des bulbes du talon et seulement 2 à 9,8 % des lésions se trouvent dans l'espace interdigité. Pour Read, Walker, (1998), 82% des lésions se trouvent proximale ou adjacente à l'espace interdigité plantaire.

Cette différence est potentiellement due au fait que les précédentes études n'ont évalué que seulement la localisation des lésions de dermatite digitale de type M2. D'autre part, l'usage de la pince MS Bi-Check a permis de mettre en évidence la majorité des lésions M1 se trouvant en région interdigité comme dans l'étude de Holzhauser et al., (2008). De plus, la forte prévalence d'hyperplasie interdigité, retrouvée dans l'élevage 2 peut fortement influencer nos résultats.

Pourtant, malgré la forte proportion de lésions en région interdigité, aucune influence de la localisation anatomique des lésions de dermatite digitale sur l'efficacité thérapeutique du traitement topique n'a été mis en évidence dans notre étude contrairement à Hernandez, Shearer,(2000), où 100 % des vaches avec des lésions de dermatite digitée dans l'espace interdigité n'ont pas guéri après 30 jours post- traitement comparées aux lésions localisées au niveau du talon ou de l'ergot. Cependant, l'étude de Hernandez, Shearer, (2000) porte essentiellement sur des lésions de grade M2 alors que notre étude regroupe trois types lésionnels (M1, M2 et M4). De plus, la majorité des lésions de type M1 se trouvent en région interdigité et sont plus sensibles au traitement individuel que les lésions de type M2 (Bruggink, 2011). De plus, dans l'étude de Hernandez, Shearer, (2000), les animaux sont traités avec de l'oxytétracycline à 25mg/mL alors que dans notre étude, la concentration est plus élevée avec l'Oxytetrin P® (100 mg/g) et peut donc expliquer le meilleur taux de guérison.

Le facteur nombre de pieds affectés par vache n'a pas montré de différence significative entre les deux groupes contrairement à l'étude de Krull et al., (2016) qui a montré que dans le cas où il y avait deux pieds atteints, les lésions ont tendance à progresser ou régresser de la même manière.

c. Comparaison avec les résultats obtenus avec d'autres antibiotiques ou des désinfectants

Dans notre étude, le taux de guérison du groupe traité à l'Oxytetrin P® est influencé par le fait que son protocole d'application dans l'étude est similaire à celui du Taf Spray®. En effet, dans ce protocole thérapeutique, l'Oxytetrin P® est appliqué pendant 3 secondes à 15 centimètres de la lésion alors que l'utilisation préconisée de l'Oxytetrin P® est de deux applications espacées de 15 secondes à renouveler 48 heures plus tard après nettoyage des lésions au jet d'eau.

Plusieurs autres essais cliniques ont observé des efficacités différentes des traitements à l'oxytétracycline alors que les pratiques de traitements appliquées étaient similaires (Laven, Hunt, 2002 ; Speijers et al., 2010 ; Teixeira et al., 2010). Comme l'a démontré Relun, Lehebel, et al., (2013), il semble donc que les conditions d'élevage puissent jouer un rôle à la fois en favorisant la survenue des lésions et influençant leur guérison.

Dans notre étude, les taux de guérison après 28 jours sont plus élevés que ceux obtenues avec des produits non-antibiotiques. En effet, dans l'étude de (Bruggink, 2011), qui a suivi des lésions de dermatite digitale sur plus de 6 mois, le taux de guérison après 28 jours suite à un traitement bimensuel à base de Hoof-Fit Bath® ou Hoof-Fit Liquid® est de 76%. Les taux de guérison obtenus dans notre étude, avec l'Oxytetrin P® ou le Taf Spray®, sont supérieurs à trois applications d'un produit à base de cuivre et zinc (Intra Hoof-Fit gel) (J0-J3 et J7) (Holzhauer et al., 2012b), à l'application de produit à base d'acide salicylique (Weber et al., 2019 ; Capiion et al., 2018 ; Kofler et al., 2015) ou, d'autres biocides (Ariza et al., 2019).

Malgré la diversité de modalité d'application des traitements, les résultats obtenus avec le thiamphénicol ou l'oxytétracycline sont supérieurs aux résultats d'études évaluant l'efficacité d'autres traitements antibiotique contre la dermatite digitale. En particulier, les résultats obtenus sont supérieurs à une seule application d'oxytétracycline 100 mg/mL sous pansement (Nishikawa, Taguchi, 2008) avec seulement 38,7% de guérison pour les multipares et 20% pour les primipares au bout de 28 jours ; ou par rapport un traitement avec une solution d'oxytétracycline à 8g/L deux fois par jour pendant la première semaine avec 72% de guérison (van Amstel et al., 1995) ; comparé à un traitement à la lincomycine (10g) sous pansement (Berry et al., 2010 ; Moore et al., 2001) avec un taux de guérison de 60,6% à 73% après un mois de suivi ; ou comparé à des traitements à l'érythromycine (Evans et al., 2016).

Cependant, comparé à un traitement antibiotique topique en individuel seul, le traitement collectif (5% de Hoof-Fit Bath ou 50% Hoof-Fit Liquid) associé au traitement individuel (ex : Oxytetrin P®) à tendance à diminuer le risque d'apparition de lésions de dermatite digitale quand il est appliqué pendant 2 jour et au moins à un rythme bimensuel (Relun, Lehebel, et al., 2013a). L'association des deux approches thérapeutique permet ainsi d'obtenir un effet préventif.

d. Evaluation fonctionnelle

L'amélioration de la note d'évaluation fonctionnelle n'a pas été observée de manière significative entre les deux groupes de traitements, soulignant l'absence de corrélation entre la

guérison clinique et l'amélioration de la boiterie (Plummer, Krull, 2017 ; Shearer et al., 2016). En effet, dans plus de la moitié des cas, aucune amélioration de cette note ne fut observée après 28 jours de suivi.

e. Autoguérison

La guérison des lésions de type M2 et M4 n'étant pas différentes entre les deux groupes de traitements, il est possible que ces taux de guérison soient en partie attribuable à de l'autoguérison. En effet, dans l'étude de Nielsen et al.,(2012), 34% des lésions se résolvent seules et jusqu'à 61% pour Relun et al., (2012) avec un taux de guérison mensuel de 71% et 40% quand les lésions initiales sont respectivement de grades M1 et M2 sans traitement (Relun, Guatteo, et al., 2013).

D'autre part, l'étude de Jacobs et al., (2018) démontra l'intérêt du nettoyage des pieds à l'eau et une solution saline puisque après une semaine, 33% des lésions étaient guéries, soulignant l'importance de maintenir une bonne hygiène du pied.

f. Cinétique des lésions au cours du suivi

Cette étude est la première étude évaluant le suivi de lésions de type M1, M2 et M4 sur 28 jours. Elle permet de mettre en évidence les transitions de lésions M1, M2 et M4 en M3 avec une forte proportion de M3 entre 7 et 14 jours post traitement. En effet, selon Döpfer et al., (2012), un intervalle d'évaluation supérieur à 3 semaines ne permet pas d'observer la transition entre M2 et M3, puisque la durée de M3 est très courte. Lors d'évaluations mensuelles (Bruggink, 2011), les lésions M3 sont rarement observées en raison de leur rapide évolution après traitement.

Comme dans l'étude de Holzhauer et al., (2008) des transitions atypiques (M3-M0) ont été mises en évidence.

La majorité des lésions guéries (M0) reste guéries à l'évaluation suivante comme l'étude de Nielsen et al., (2012).

g. Guérison des lésions « actives » (M1 et M2)

La vitesse de guérison selon le type lésionnel est différente. Pour les lésions M1 à J0, la proportion des lésions guéries est significativement plus élevée après 7 et 14 jours de suivi avec un traitement de trois jours à l'Oxytetrin P® (79,41% de lésion guéries à J14 contre

37,21%) comparée à un traitement au Taf Spray®. Mais les taux de guérison avec le traitement au Taf Spray® au bout de 28 jours de suivi ou avec l'Oxytetrin ® ne sont pas significativement différents entre les deux groupes.

Dans notre étude la majorité des lésions de type M1 et M2 guérissent durant les 28 jours de suivi (M0). Ce constat est opposé aux résultats obtenus par Berry et al., (2010), pour qui, les lésions actives (M1 et M2) ont significativement plus de chance de devenir chronique (M4) que saine à la prochaine observation (M0). Ceci peut s'expliquer par le régime d'application du traitement différent de celui de notre étude. En effet, dans l'étude de Berry, une seule application sous pansement de 10 g d'oxytétracycline ou de lincomycine pendant 4 jours a été réalisée.

Aucune différence significative n'a été observée entre les deux groupes de traitements pour les lésions de type M2 et M4. De plus, les taux de guérison des lésions M2 et M4 sont significativement plus bas que le taux de guérison des lésions M1 à J7, J14 et J28. Ainsi le traitement topique au thiamphénicol ou à l'oxytétracycline pendant 3 jours est insuffisant pour le traitement de lésions sévères (M2 et surtout M4) avec une forte atteinte cutanée.

h. Taux de guérison des lésions « inactives » (M4)

Quelque soit le traitement (Taf Spray® ou Oxytetrin P®) le taux de guérison des lésions de type M4 est très faible (27,78% pour le groupe traité au Taf Spray® et 35,29% pour le groupe Oxytetrin P®) puisque 11/17 lésions du groupe traités avec l'Oxytetrin P® et 13/18 lésions du groupe traités avec Taf Spray® initialement de type M4 sont restées au grade M4 après 28 jours de traitement. Ce constat est préoccupant puisque les lésions de grade M4 favorisent l'apparition de nouvelles lésions de dermatite digitale (Bruggink, 2011). En effet, même si dans certaines études, les lésions de dermatite digitale chroniques sont considérées comme guéries, les pieds avec des M4 ont plus de chance de développer une lésion active de dermatite digitale que les pieds sains.

i. Efficacité préventive du Taf Spray® et de l'Oxytetrin P®

Certaines lésions de types M3 suite à des lésions M1, M2 ou M4 donnent des lésions actives de type M1, M2 ou chroniques de type M4 à J28, sans différence significative entre les deux groupes de traitement. Ces résultats soulignent l'inefficacité d'un traitement topique individuel par pulvérisation à base de thiamphénicol ou oxytétracycline sur des lésions de type M2 et chronique, suite à trois jours de traitement (Plummer, Krull, 2017). Ces échecs thérapeutiques

peuvent être expliqués par la présence de spirochètes dans les couches profondes de l'épiderme et du derme de tous les types de lésions (Döpfer et al., 2012 ; Capion et al., 2018) rendant plus difficile aux antibiotiques appliqués localement uniquement d'atteindre ces couches profondes. Ce qui suggère une capacité limitée des traitements topiques à inactiver complètement les bactéries situées profondes dans les lésions.

Il est donc possible que des lésions de dermatite digitale plus sévères ou plus inflammatoires demandent des applications supplémentaires, voire une application sous pansement, moyen préconisé par certains auteurs car permettant au traitement d'être plus longtemps au contact de la lésion.

Au cours des 28 jours de suivi, 9 lésions sur 79 pieds et 15 lésions sur 77 pieds sont apparues dans les groupes traités respectivement au Taf Spray® ou à l'Oxytetrin P®. L'apparition de nouvelles lésions sur les pieds traités à déjà été rapportée dans d'autres études. En effet, de nouvelles lésions sont apparues sur 48% des vaches suivies dans l'étude de Read, Walker, (1998), au bout de 7 à 12 semaines, après une réponse thérapeutique complète. En effet, ce sont des études longues (11 mois de suivi) comme celle de Berry et al., (2012) qui montrent que sur les 39 lésions traitées à J1, 21 (54%) ont nécessité un nouveau traitement à au moins une occasion sur les 341 jours. Krull et al., (2016) ont également démontrés un fort taux de récurrence de l'ordre de 44% après un suivi sur 679 jours. L'apparition de nouvelles lésions sont certainement due à l'absence de guérison bactérienne de certaines lésions alors qu'elles sont considérées comme cliniquement guéries dans certaines études. En effet, dans l'étude de Berry et al., (2010) sur 15 lésions considérées comme macroscopiquement guéries (M4 ou M0), un mois après un traitement topique à bas d'antibiotique, 7 lésions sont encore visiblement colonisées par des spirochètes.

En considérant qu'en l'absence de mesures préventives, 4 cas de dermatite digitale qui se développent sur 100 pieds par mois (Plummer, Krull, 2017) et compte tenu de nos résultats, les deux traitements utilisés dans notre étude n'ont pas d'effet préventif.

Le faible taux de guérison des lésions de type M4 et l'apparition de nouvelles lésions peuvent s'expliquer par une immunité peu protectrice contre la dermatite digitale, une fréquence d'application des traitements insuffisante pour diminuer la pression d'infection ou l'existence d'agents pathogènes non identifiées qui entretiennent la maladie.

L'hypothèse d'un développement d'une antibiorésistance contre l'oxytétracycline suite à un usage récurrent (Oxytétrin P®) dans les élevages suivis est également possible comme cela fut démontré dans les études de (Nishikawa, Taguchi, 2008 ; Shearer, Hernandez, 2000).

V. CONCLUSION :

La maladie de Mortellaro est une des causes principales de boiterie altérant le bien-être et les performances des troupeaux bovins.

L'objectif de cette étude était de comparer l'efficacité curative et préventive d'un traitement topique individuel à base de thiamphénicol par rapport à l'oxytétracycline®, considéré comme le traitement de référence contre la dermatite digitale. Le suivi, sur 28 jours, de l'évolution lésionnelle des stades M1, M2 et M4 et de l'évolution clinique des vaches atteintes, ont permis de démontrer une efficacité curative du thiamphénicol similaire à celle de l'oxytétracycline après 3 jours de traitement. Le Taf Spray® représente donc une bonne alternative à l'Oxytetrin P®, sans pour autant présenter d'avantages supplémentaires. Cependant, aucun effet préventif n'a été mis en évidence avec ces traitements individuels.

Par ailleurs, cette étude a illustré l'influence de la nature des lésions initiales (M1, M2 ou M4) sur les chances de guérison. En effet, une lésion M1 a au moins 4,2 fois plus chance de guérir qu'une lésion M2 ou M4 après 28 jours de suivi. Ce faible taux de guérison observé en particulier pour les lésions chroniques (M4), soulève l'intérêt d'adapter l'approche thérapeutique en fonction du type lésionnel. Par exemple, l'emploi sur une plus longue durée de traitements individuels ou l'association de traitements topiques individuels et collectifs pourraient permettre aux antibiotiques de pénétrer plus en profondeur et éviter d'obtenir des lésions cliniquement guéries mais bactériologiquement encore infectées.

Il semble important de considérer les caractéristiques des exploitations, des animaux et la sévérité des lésions dans les études cherchant à évaluer l'efficacité de traitements contre la dermatite digitale. En effet, la prévention de cette maladie nécessite le contrôle simultané des lésions de type M4, principalement à l'origine de l'apparition de nouvelles lésions ou la réactivation des lésions ; et des lésions « actives » (M1 et M2) pour le bien être de l'animal.

Cependant, ces deux traitements individuels semblent largement insuffisants pour espérer éradiquer la dermatite digitale d'un troupeau. En conséquence, une approche globale intégrant les pratiques et conditions d'élevage est nécessaire au contrôle de cette maladie. En effet, un traitement individuel doit systématiquement être associé à une détection précoce des lésions et à des mesures zootechniques assurant le maintien d'une bonne hygiène podale (le nettoyage des pieds en salle de traite, absence d'humidité...). De plus, l'hygiène podale est d'autant plus essentielle puisque une partie des guérisons est attribuable à de l'autoguérison.

Les défauts des contrôles thérapeutiques de la dermatite digitale, en particulier des lésions chroniques, et la diversité des protocoles thérapeutiques proposés dont l'efficacité curative reste variable et l'efficacité préventive quasi inexistante, souligne le besoin urgent d'un consensus concernant l'usage des antibiotiques en traitements topiques individuels et des traitements topiques collectifs ainsi que la nécessité de juguler la persistance des lésions chroniques dans les troupeau endémique.

VI. BIBLIOGRAPHIE

- ARIZA, J. M., BAREILLE, N., LEHEBEL, A., OBERLE, K., RELUN, A. et GUATTEO, R., 2019. Evaluation of a biocide footbath solution in the occurrence and healing of digital dermatitis lesions in dairy cows: A clinical trial. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 février 2019. Vol. 163, p. 58-67. DOI 10.1016/j.prevetmed.2018.12.017.
- ARIZA, Juan M., RELUN, Anne, BAREILLE, Nathalie, OBERLE, Kenny et GUATTEO, Raphaël, 2017. Effectiveness of collective treatments in the prevention and treatment of bovine digital dermatitis lesions: A systematic review. In : *Journal of Dairy Science*. 1 septembre 2017. Vol. 100, n° 9, p. 7401-7418. DOI 10.3168/jds.2016-11875.
- AUZANNEAU, Marie-Madeleine, 2009. *Etat des lieux des pratiques de gestion de la maladie de Mortellaro par les éleveurs de bovins*. Thèse d'exercice. France : Université de Nantes. Unité de Formation et de Recherche de Médecine et des Techniques Médicales.
- BAREILLE, Nathalie, BEAUDEAU, F, BILLON, S, ROBERT, A et FAVERDIN, P, 2003. Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. In : *Livestock Production Science*. 1 septembre 2003. Vol. 83, p. 53-62. DOI 10.1016/S0301-6226(03)00040-X.
- BENINGER, Caroline, NAQVI, Syed Ali, NAUSHAD, Sohail, ORSEL, Karin, LUBY, Chris, DERAKHSHANI, Hooman, KHAFIPOUR, Ehsan et DE BUCK, Jeroen, 2018. Associations between digital dermatitis lesion grades in dairy cattle and the quantities of four *Treponema* species. In : *Veterinary Research*. 29 octobre 2018. Vol. 49, n° 1, p. 111. DOI 10.1186/s13567-018-0605-z.
- BERRY, Steven L., READ, Deryck H., FAMULA, Thomas R., MONGINI, Andrea et DÖPFER, Dörte, 2012. Long-term observations on the dynamics of bovine digital dermatitis lesions on a California dairy after topical treatment with lincomycin HCl. In : *The Veterinary Journal*. 1 septembre 2012. Vol. 193, n° 3, p. 654-658. DOI 10.1016/j.tvjl.2012.06.048.
- BERRY, Steven L., READ, Deryck H., WALKER, Richard L. et FAMULA, Thomas R., 2010. Clinical, histologic, and bacteriologic findings in dairy cows with digital dermatitis (footwarts) one month after topical treatment with lincomycin hydrochloride or oxytetracycline hydrochloride. In : *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 septembre 2010. Vol. 237, n° 5, p. 555-560. DOI 10.2460/javma.237.5.555.
- BIEMANS, Floor, BIJMA, Piter, BOOTS, Natasja M. et DE JONG, Mart C. M., 2018. Digital Dermatitis in dairy cattle: The contribution of different disease classes to transmission. In : *Epidemics*. 1 juin 2018. Vol. 23, p. 76-84. DOI 10.1016/j.epidem.2017.12.007.
- BRITT, J. S., GASKA, J., GARRETT, E. F., KONKLE, D. et MEALY, M., 1996. Comparison of topical application of three products for treatment of papillomatous digital dermatitis in dairy cattle. In : *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 15 septembre 1996. Vol. 209, n° 6, p. 1134-1136.
- BRUGGINK, Marleen, 2011. *Facteurs de variation de l'efficacité de traitements collectifs de la dermatite digitée chez la vache laitière / Marleen Bruggink ; sous la direction de Raphael Guattéo*. S.l. : sn. N-2011-050
- CAPION, N., LARSSON, E. K. et NIELSEN, O. L., 2018. A clinical and histopathological comparison of the effectiveness of salicylic acid to a compound of inorganic acids for the treatment of digital dermatitis in cattle. In : *Journal of Dairy Science*. 1 février 2018. Vol. 101, n° 2, p. 1325-1333. DOI 10.3168/jds.2017-13622.
- CHA, E., HERTL, J. A., BAR, D. et GRÖHN, Y. T., 2010. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 octobre 2010. Vol. 97, n° 1, p. 1-8. DOI 10.1016/j.prevetmed.2010.07.011.

- CHANNON, A.J., WALKER, Anna, PFAU, Thilo, SHELDON, Iain et WILSON, Alan, 2009. Variability of Manson and Leaver locomotion scores assigned to dairy cows by different observers. In : *The Veterinary record*. 1 avril 2009. Vol. 164, p. 388-92. DOI 10.1136/vr.164.13.388.
- CHELI, R. et MORTELLARO, CM., 1974. La dermatite digitale del bovino. In : *Proc. 8th Intern. Conference on Diseases of Cattle & Congr. della Soc. Ital. di Buiatria*. P. Gallarati ed. Milano : s.n. p. 208-213.
- CHESNIN, Annie, 2011. *Impact de la dermatite digitée sur la production des vaches laitières / Anne Chesnin ; sous la direction de Nathalie Bareille*. S.l. : sn. N-2011-042
- CHIBA, Kanako, MIYAZAKI, Tamako, SEKIYAMA, Yasushi, MIYAZAKI, Masao et OKADA, Keiji, 2017. The therapeutic efficacy of allyl isothiocyanate in cows with bovine digital dermatitis. In : *Journal of Veterinary Medical Science*. 2017. Vol. 79, n° 7, p. 1191-1195. DOI 10.1292/jvms.16-0270.
- CONSTABLE, Peter D., HINCHCLIFF, Kenneth W., DONE, Stanley H. et GRUNBERG, Walter, 2017. Veterinary Medicine : A textbook of disease of cattle, horses, sheep, pigs and goats. In : . 11. S.l. : s.n. ELSEVIER. p. 1435-1440.
- COOK, Nigel B., RIEMAN, J., GOMEZ, A. et BURGI, K., 2012. Observations on the design and use of footbaths for the control of infectious hoof disease in dairy cattle. In : *The Veterinary Journal*. septembre 2012. Vol. 193, n° 3, p. 669-673. DOI 10.1016/j.tvjl.2012.06.051.
- CRAMER, G., LISSEMORE, K. D., GUARD, C. L., LESLIE, K. E. et KELTON, D. F., 2009. Herd-level risk factors for seven different foot lesions in Ontario Holstein cattle housed in tie stalls or free stalls. In : *Journal of Dairy Science*. 1 avril 2009. Vol. 92, n° 4, p. 1404-1411. DOI 10.3168/jds.2008-1134.
- CRAMER, G., SOLANO, L. et JOHNSON, R., 2019. Evaluation of tetracycline in milk following extra-label administration of topical tetracycline for digital dermatitis in dairy cattle. In : *Journal of Dairy Science*. 1 janvier 2019. Vol. 102, n° 1, p. 883-895. DOI 10.3168/jds.2018-14961.
- DELACROIX, Marc et GERVAIS, F., [sans date]. Anatomie externe. In : *Boiteries des bovins* [en ligne]. [Consulté le 28 août 2019]. Disponible à l'adresse : <http://boiteries-des-bovins.fr/anatomie-externe-du-pied/>.
- DÖPFER, D., KOOPMANS, A., MEIJER, F. A., SZAKÁLL, I., SCHUKKEN, Y. H., KLEE, W., BOSMA, R. B., CORNELISSE, J. L., VAN ASTEN, A. J. et TER HUURNE, A. A., 1997. Histological and bacteriological evaluation of digital dermatitis in cattle, with special reference to spirochaetes and *Campylobacter faecalis*. In : *The Veterinary Record*. 14 juin 1997. Vol. 140, n° 24, p. 620-623. DOI 10.1136/vr.140.24.620.
- DOPFER, D., TER HUURNE, A. A. H. M., CORNELISSE, J. L., VAN ASTEN, A. J. A. M., KOOPMANS, A., MEIJER, F. A., SCHUKKEN, Y. H., SZAKALL, I., KLEE, W. et BOSMA, R. B., 1997. Histological and bacteriological evaluation of digital dermatitis in cattle, with special reference to spirochaetes and *Campylobacter faecalis*. In : *Veterinary Record*. 14 juin 1997. Vol. 140, n° 24, p. 620-623. DOI 10.1136/vr.140.24.620.
- DÖPFER, Dörte, HOLZHAUER, Menno et BOVEN, Michiel van, 2012. The dynamics of digital dermatitis in populations of dairy cattle: Model-based estimates of transition rates and implications for control. In : *The Veterinary Journal*. 1 septembre 2012. Vol. 193, n° 3, p. 648-653. DOI 10.1016/j.tvjl.2012.06.047.
- DOTINGA, Amarins, JORRITSMA, Ruurd et NIELEN, Mirjam, 2017. A Randomised Non-inferiority Trial on the Effect of an Antibiotic or Non-antibiotic Topical Treatment Protocol for Digital Dermatitis in Dairy Cattle. In : *Veterinary Evidence* [en ligne]. 6 décembre 2017. Vol. 2, n° 4.

[Consulté le 5 octobre 2018]. DOI 10.18849/ve.v2i4.111. Disponible à l'adresse : <https://www.veterinaryevidence.org/index.php/ve/article/view/111>.

ELLIOTT, Margaret K., ALT, David P. et ZUERNER, Richard L., 2007. Lesion Formation and Antibody Response Induced by Papillomatous Digital Dermatitis-Associated Spirochetes in a Murine Abscess Model. In : *Infection and Immunity*. septembre 2007. Vol. 75, n° 9, p. 4400-4408. DOI 10.1128/IAI.00019-07.

ETTEMA, Jehan et ØSTERGAARD, Søren, 2006. Economic decision making on prevention and control of clinical lameness in Danish dairy herds. In : *Livestock Production Science - LIVEST PROD SCI*. 1 juin 2006. Vol. 102, p. 92-106. DOI 10.1016/j.livprodsci.2005.11.021.

EVANS, N. J., MURRAY, R. D. et CARTER, S. D., 2016. Bovine digital dermatitis: Current concepts from laboratory to farm. In : *The Veterinary Journal*. 1 mai 2016. Vol. 211, p. 3-13. DOI 10.1016/j.tvjl.2015.10.028.

FRANKENA, K., SOMERS, J. G. C. J., SCHOUTEN, W. G. P., VAN STEK, J. V., METZ, J. H. M., STASSEN, E. N. et GRAAT, E. A. M., 2009. The effect of digital lesions and floor type on locomotion score in Dutch dairy cows. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 février 2009. Vol. 88, n° 2, p. 150-157. DOI 10.1016/j.prevetmed.2008.08.004.

GOMEZ, A., COOK, N. B., BERNARDONI, N. D., RIEMAN, J., DUSICK, A. F., HARTSHORN, R., SOCHA, M. T., READ, D. H. et DÖPFER, D., 2012. An experimental infection model to induce digital dermatitis infection in cattle. In : *Journal of Dairy Science*. 1 avril 2012. Vol. 95, n° 4, p. 1821-1830. DOI 10.3168/jds.2011-4754.

GOMEZ, A., COOK, N. B., RIEMAN, J., DUNBAR, K. A., COOLEY, K. E., SOCHA, M. T. et DÖPFER, D., 2015. The effect of digital dermatitis on hoof conformation. In : *Journal of Dairy Science*. 1 février 2015. Vol. 98, n° 2, p. 927-936. DOI 10.3168/jds.2014-8483.

GOURREAU, Jean-Marie et DELACROIX, Marc, 2015. Diagnostic des affections des pieds aux différents stades d'évolution. In : . 2015. p. 82-89.

GUATTEO, R., RELUN, A., DOUART, A., AUZANNEAU, M. M. et BAREILLE, N., 2010. *Efficacité des antibactériens dans le traitement des affections podlaes chez les bovins et risques associés à leur utilisation*. 2010. S.l. : Journées nationales GTV -Lille 2010.

HARRIS-BRIDGE, G., YOUNG, L., HANDEL, I., FARISH, M., MASON, C., MITCHELL, M. A. et HASKELL, M. J., 2018. The use of infrared thermography for detecting digital dermatitis in dairy cattle: What is the best measure of temperature and foot location to use? In : *The Veterinary Journal*. 1 juillet 2018. Vol. 237, p. 26-33. DOI 10.1016/j.tvjl.2018.05.008.

HERNANDEZ, J. et SHEARER, J. K., 2000. Efficacy of oxytetracycline for treatment of papillomatous digital dermatitis lesions on various anatomic locations in dairy cows. In : *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 15 avril 2000. Vol. 216, n° 8, p. 1288-1290.

HIGGINSON CUTLER, Janet, CRAMER, Gerard, WALTER, J.J., MILLMAN, Suzanne et KELTON, David, 2013. Randomized clinical trial of tetracycline hydrochloride bandage and paste treatments for resolution of lesions and pain associated with digital dermatitis in dairy cattle. In : *Journal of dairy science*. 17 octobre 2013. Vol. 96. DOI 10.3168/jds.2012-6384.

HOLZHAUER, M., BARTELS, C. J., BARNEVELD, M. van, VULDERS, C. et LAM, T., 2011. Curative effect of topical treatment of digital dermatitis with a gel containing activated copper and zinc chelate. In : *Veterinary Record*. 19 novembre 2011. Vol. 169, n° 21, p. 555-555. DOI 10.1136/vr.d5513.

HOLZHAUER, M., DEVENTER, R. Ploegmakers-van, SMITS, D. et SWART, W., 2017. Comparing the curative efficacy of topical treatment with thiamphenicol and oxytetracycline on digital dermatitis lesions in dairy cattle. In : *Veterinary Record*. 20 mai 2017. Vol. 180, n° 20, p. 500-500. DOI 10.1136/vr.103758.

HOLZHAUER, M., HARDENBERG, C., BARTELS, C. J. M. et FRANKENA, K., 2006. Herd- and Cow-Level Prevalence of Digital Dermatitis in The Netherlands and Associated Risk Factors. In : *Journal of Dairy Science*. 1 février 2006. Vol. 89, n° 2, p. 580-588. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(06)72121-X.

HOLZHAUER, Menno, BARTELS, Chris, DOPFER, Dorte et VAN SCHAIK, Gerdien, 2008. Clinical course of digital dermatitis lesions in an endemically infected herd without preventive herd strategies. In : *Veterinary journal (London, England : 1997)*. 1 septembre 2008. Vol. 177, p. 222-30. DOI 10.1016/j.tvjl.2007.05.004.

HOLZHAUER, Menno, BARTELS, Chris J., BERGSTEN, Christer, VAN RIET, Miriam M. J., FRANKENA, Klaas et LAM, T. J. G. M., 2012a. The effect of an acidified, ionized copper sulphate solution on digital dermatitis in dairy cows. In : *The Veterinary Journal*. 1 septembre 2012. Vol. 193, n° 3, p. 659-663. DOI 10.1016/j.tvjl.2012.06.049.

HOLZHAUER, Menno, BARTELS, Chris J., BERGSTEN, Christer, VAN RIET, Miriam M. J., FRANKENA, Klaas et LAM, T. J. G. M., 2012b. The effect of an acidified, ionized copper sulphate solution on digital dermatitis in dairy cows. In : *The Veterinary Journal*. 1 septembre 2012. Vol. 193, n° 3, p. 659-663. DOI 10.1016/j.tvjl.2012.06.049.

IARC, 2006. Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol. In : *Iarc Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*. 2006. Vol. 88, p. 1-478.

IPPOLITO, Jim, DUCEY, Tom et TARKALSON, David, 2010. Copper Impacts on Corn, Soil Extractability, and the Soil Bacterial Community. In : *Soil Science*. 1 décembre 2010. Vol. 175. DOI 10.1097/SS.0b013e3181fe2960.

JACOBS, C., BENINGER, C., HAZLEWOOD, G. S., ORSEL, K. et BARKEMA, H. W., 2019. Effect of footbath protocols for prevention and treatment of digital dermatitis in dairy cattle: A systematic review and network meta-analysis. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 mars 2019. Vol. 164, p. 56-71. DOI 10.1016/j.prevetmed.2019.01.011.

JACOBS, C., ORSEL, K., MASON, S. et BARKEMA, H. W., 2018. Comparison of effects of routine topical treatments in the milking parlor on digital dermatitis lesions. In : *Journal of Dairy Science*. 1 juin 2018. Vol. 101, n° 6, p. 5255-5266. DOI 10.3168/jds.2017-13984.

JACOBS, C., ORSEL, K., MASON, S., GRAY, K. et BARKEMA, H. W., 2017. Comparison of the efficacy of a commercial footbath product with copper sulfate for the control of digital dermatitis. In : *Journal of Dairy Science*. 1 juillet 2017. Vol. 100, n° 7, p. 5628-5641. DOI 10.3168/jds.2016-12257.

JAMES COGLIANO, Vincent, GROSSE, Yann, A BAAN, Robert, STRAIF, Kurt, LAUBY-SECRETAN, Beatrice et GHISSASSI, Fatiha, 2005. Meeting Report: Summary of IARC Monographs on Formaldehyde, 2-Butoxyethanol, and 1-tert-Butoxy-2-Propanol. In : *Environmental health perspectives*. 1 octobre 2005. Vol. 113, p. 1205-8. DOI 10.1289/ehp.7542.

JESÚS ARGÁEZ-RODRÍGUEZ, Felipe, HIRD, David W, DE ANDA, Jorge Hernández, READ, Deryck H et RODRÍGUEZ-LAINZ, Alfonso, 1997. Papillomatous digital dermatitis on a commercial dairy farm in Mexicali, Mexico: Incidence and effect on reproduction and milk production. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 octobre 1997. Vol. 32, n° 3, p. 275-286. DOI 10.1016/S0167-5877(97)00031-7.

- KLAWITTER, Marcus, DÖPFER, Dörte, BRADEN, Theo Broderick, AMENE, Ermias et MUELLER, Kerstin Elisabeth, 2019. Randomised clinical trial showing the curative effect of bandaging on M2-stage lesions of digital dermatitis in dairy cows. In : *Veterinary Record Open*. mai 2019. Vol. 6, n° 1, p. e000264. DOI 10.1136/vetreco-2017-000264.
- KOFLER, J., GLONEGGER-REICHERT, J., DIETRICH, J., SYKORA, S., TICHY, A. et BRANDT, S., 2015. A simple surgical treatment for bovine digital dermatitis-associated white line lesions and sole ulcers. In : *The Veterinary Journal*. 1 mai 2015. Vol. 204, n° 2, p. 229-231. DOI 10.1016/j.tvjl.2015.03.016.
- KOFLER, J., POSPICAL, M. et HOFMANN-PARISOT, M., 2004. Efficacy of the Non-antibiotic Paste Protexin® Hoof-Care for Topical Treatment of Digital Dermatitis in Dairy Cows. In : *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 1 décembre 2004. Vol. 51, n° 9-10, p. 447-452. DOI 10.1111/j.1439-0442.2004.00671.x.
- KRULL, Adam C., SHEARER, Jan K., GORDEN, Patrick J., COOPER, Vickie L., PHILLIPS, Gregory J. et PLUMMER, Paul J., 2014. Deep Sequencing Analysis Reveals Temporal Microbiota Changes Associated with Development of Bovine Digital Dermatitis. In : BLANKE, S. R. (éd.), *Infection and Immunity*. août 2014. Vol. 82, n° 8, p. 3359-3373. DOI 10.1128/IAI.02077-14.
- KRULL, Adam C., SHEARER, Jan K., GORDEN, Patrick J., SCOTT, H. Morgan et PLUMMER, Paul J., 2016. Digital dermatitis: Natural lesion progression and regression in Holstein dairy cattle over 3 years. In : *Journal of Dairy Science*. 1 mai 2016. Vol. 99, n° 5, p. 3718-3731. DOI 10.3168/jds.2015-10535.
- LAVEN, R. A. et PROVEN, M. J., 2000. Use of an antibiotic footbath in the treatment of bovine digital dermatitis. In : *The Veterinary Record*. 28 octobre 2000. Vol. 147, n° 18, p. 503-506.
- LAVEN, Richard, 2001. Control of digital dermatitis in cattle. In : *In Practice*. 1 juin 2001. Vol. 23. DOI 10.1136/inpract.23.6.336.
- LAVEN, Richard et HUNT, H, 2002. Evaluation of copper sulphate, formalin and peracetic acid in footbaths for the treatment of digital dermatitis in cattle. In : *The Veterinary record*. 1 septembre 2002. Vol. 151, p. 144-6. DOI 10.1136/vr.151.5.144.
- LAVEN, Richard et LOGUE, David, 2006. Treatment strategies for digital dermatitis for the UK. In : *Veterinary journal (London, England : 1997)*. 1 février 2006. Vol. 171, p. 79-88. DOI 10.1016/j.tvjl.2004.08.009.
- LOGUE, D. N., GIBERT, T., PARKIN, T., THOMSON, S. et TAYLOR, D. J., 2012. A field evaluation of a footbathing solution for the control of digital dermatitis in cattle. In : *The Veterinary Journal*. 1 septembre 2012. Vol. 193, n° 3, p. 664-668. DOI 10.1016/j.tvjl.2012.06.050.
- MANSKE, Thomas, HULTGREN, Jan et BERGSTEN, Christer, 2002. Topical treatment of digital dermatitis associated with severe heel-horn erosion in a Swedish dairy herd. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 14 mars 2002. Vol. 53, n° 3, p. 215-231. DOI 10.1016/S0167-5877(01)00268-9.
- MOORE, Dale, L. BERRY, Steven, L. TRUSCOTT, Marla et KOZIY, Vasyi, 2001. Efficacy of a nonantimicrobial cream administered topically for treatment of digital dermatitis in dairy cattle. In : *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 décembre 2001. Vol. 219, p. 1435-8. DOI 10.2460/javma.2001.219.1435.
- NALLY, Jarlath, WILSON-WELDER, Jennifer et ALT, David, 2015. The etiology of digital dermatitis in ruminants: recent perspectives. In : *Veterinary Medicine: Research and Reports*. mai 2015. p. 155. DOI 10.2147/VMRR.S62072.

- NIELSEN, B. H., THOMSEN, P. T., GREEN, L. E. et KALER, J., 2012. A study of the dynamics of digital dermatitis in 742 lactating dairy cows. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 avril 2012. Vol. 104, n° 1, p. 44-52. DOI 10.1016/j.prevetmed.2011.10.002.
- NISHIKAWA, A et TAGUCHI, K, 2008. Healing of digital dermatitis after a single treatment with topical oxytetracycline in 89 dairy cows. In : *The Veterinary record*. 1 décembre 2008. Vol. 163, p. 574-6. DOI 10.1136/vr.163.19.574.
- OLIVEIRA, Victor H. S., SØRENSEN, Jan T. et THOMSEN, Peter T., 2017. Can digital dermatitis be detected in the milking parlor without washing cows' feet? In : *Research in Veterinary Science*. 1 décembre 2017. Vol. 115, p. 325-326. DOI 10.1016/j.rvsc.2017.06.017.
- PAVLENKO, A., BERGSTEN, C., EKESBO, I., KAART, T., ALAND, A. et LIDFORS, L., 2011. Influence of digital dermatitis and sole ulcer on dairy cow behaviour and milk production. In : *animal*. août 2011. Vol. 5, n° 8, p. 1259-1269. DOI 10.1017/S1751731111000255.
- PLUMMER, Paul J. et KRULL, Adam, 2017. Clinical Perspectives of Digital Dermatitis in Dairy and Beef Cattle. In : *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. juillet 2017. Vol. 33, n° 2, p. 165-181. DOI 10.1016/j.cvfa.2017.02.002.
- READ, Deryck H. et WALKER, Richard L., 1998. Papillomatous Digital Dermatitis (Footwarts) in California Dairy Cattle: Clinical and Gross Pathologic Findings. In : *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. janvier 1998. Vol. 10, n° 1, p. 67-76. DOI 10.1177/104063879801000112.
- RELUN, A., 2012. THÈSE DE DOCTORAT : Evaluation des mesures de maîtrise de la dermatite digitée dans les troupeaux bovins laitiers. In : [en ligne]. 19 décembre 2012. [Consulté le 26 août 2019]. Disponible à l'adresse : https://www6.angers-nantes.inra.fr/bioepar_eng/Research/Thesis/Thesis-2011/Thesis-Anne-Relun.
- RELUN, A., GRAND, B., HEILY, V., DOUART, A., GUATTEO, R., DENIS, G., TOCZE, C., ASSIE, S., FUSELLIER, M. et DORSO, L., 2017. Outbreaks of digital dermatitis in beef fattening units: clinical findings and control. In : [en ligne]. 7 septembre 2017. [Consulté le 26 août 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www6.angers-nantes.inra.fr/bioepar/content/download/4895/69718/version/1/file/Dermatite%20Digit%C3%A9.pdf>.
- RELUN, A., GUATTEO, R., AUZANNEAU, M. M. et BAREILLE, N., 2013. Farmers' practices, motivators and barriers for adoption of treatments of digital dermatitis in dairy farms. In : *animal*. septembre 2013. Vol. 7, n° 9, p. 1542-1550. DOI 10.1017/S1751731113000803.
- RELUN, A., GUATTEO, R., ROUSSEL, P. et BAREILLE, N., 2011. A simple method to score digital dermatitis in dairy cows in the milking parlor. In : *Journal of Dairy Science*. 1 novembre 2011. Vol. 94, n° 11, p. 5424-5434. DOI 10.3168/jds.2010-4054.
- RELUN, A., LEHEBEL, A., BAREILLE, N. et GUATTEO, R., 2012. Effectiveness of different regimens of a collective topical treatment using a solution of copper and zinc chelates in the cure of digital dermatitis in dairy farms under field conditions. In : *Journal of Dairy Science*. juillet 2012. Vol. 95, n° 7, p. 3722-3735. DOI 10.3168/jds.2011-4983.
- RELUN, A., LEHEBEL, A., BRUGGINK, M., BAREILLE, N. et GUATTEO, R., 2013a. Estimation of the relative impact of treatment and herd management practices on prevention of digital dermatitis in French dairy herds. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 juillet 2013. Vol. 110, n° 3, p. 558-562. DOI 10.1016/j.prevetmed.2012.12.015.
- RELUN, A., LEHEBEL, A., BRUGGINK, M., BAREILLE, N. et GUATTEO, R., 2013b. Estimation of the relative impact of treatment and herd management practices on prevention of digital dermatitis in French dairy herds. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 juillet 2013. Vol. 110, n° 3, p. 558-562. DOI 10.1016/j.prevetmed.2012.12.015.

- RELUN, Anne, ARIZA, Juan M., BAREILLE, N. et GUATTEO, Raphaël, 2018. Actualités sur le traitement individuel de la dermatite digitée chez les bovins. In : *Bulletin GTV*. septembre 2018. n° N°91, p. 17-23.
- RODRIGUEZ-LAINZ, Alfonso, MELENDEZ-RETAMAL, Pedro, HIRD, David W, READ, Deryck H et WALKER, Richard L, 1999. Farm- and host-level risk factors for papillomatous digital dermatitis in Chilean dairy cattle. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 31 octobre 1999. Vol. 42, n° 2, p. 87-97. DOI 10.1016/S0167-5877(99)00067-7.
- SAGLIYAN, Aydın, GUNAY, Cihan et HAN, Mehmet, 2015. *Presence and Treatment of Digital Dermatitis Lesions in Dairy Cattle*. S.l.
- SCHULTZ, N. et CAPION, N., 2013. Efficacy of salicylic acid in the treatment of digital dermatitis in dairy cattle. In : *The Veterinary Journal*. 1 novembre 2013. Vol. 198, n° 2, p. 518-523. DOI 10.1016/j.tvjl.2013.09.002.
- SHEARER, J. K. et HERNANDEZ, J., 2000. Efficacy of Two Modified Nonantibiotic Formulations (Victory) for Treatment of Papillomatous Digital Dermatitis in Dairy Cows. In : *Journal of Dairy Science*. 1 avril 2000. Vol. 83, n° 4, p. 741-745. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(00)74936-8.
- SHEARER, Jan, HERNANDEZ, J et ELLIOTT, J.B., 1998. Papillomatous digital dermatitis: Treatment and control strategies - Part II. In : *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian -North American Edition-*. 1 septembre 1998. Vol. 20, p. S213-S223.
- SHEARER, Jan, PLUMMER, Paul et KRULL, Adam, 2016. Digital Dermatitis: New Ideas on an Old Disease. In : . mai 2016. p. 8.
- SILVA, Luiz A.F., SILVA, Carla A., BORGES, José R.J., FIORAVANTI, Maria C.S., BORGES, Gabriela T. et ATAYDE, Ingrid B., 2005. A clinical trial to assess the use of sodium hypochlorite and oxytetracycline on the healing of digital dermatitis lesions in cattle. In : *The Canadian Veterinary Journal*. avril 2005. Vol. 46, n° 4, p. 345-348.
- SOLANO, L., BARKEMA, H. W., JACOBS, C. et ORSEL, K., 2017. Validation of the M-stage scoring system for digital dermatitis on dairy cows in the milking parlor. In : *Journal of Dairy Science*. 1 février 2017. Vol. 100, n° 2, p. 1592-1603. DOI 10.3168/jds.2016-11365.
- SOLANO, L., BARKEMA, H. W., PICKEL, C. et ORSEL, K., 2017. Effectiveness of a standardized footbath protocol for prevention of digital dermatitis. In : *Journal of Dairy Science*. 1 février 2017. Vol. 100, n° 2, p. 1295-1307. DOI 10.3168/jds.2016-11464.
- SPEIJERS, M. H. M., BAIRD, L. G., FINNEY, G. A., MCBRIDE, J., KILPATRICK, D. J., LOGUE, D. N. et O'CONNELL, N. E., 2010. Effectiveness of different footbath solutions in the treatment of digital dermatitis in dairy cows. In : *Journal of Dairy Science*. 1 décembre 2010. Vol. 93, n° 12, p. 5782-5791. DOI 10.3168/jds.2010-3468.
- TEIXEIRA, A. G. V., MACHADO, V. S., CAIXETA, L. S., PEREIRA, R. V. et BICALHO, R. C., 2010. Efficacy of formalin, copper sulfate, and a commercial footbath product in the control of digital dermatitis. In : *Journal of Dairy Science*. 1 août 2010. Vol. 93, n° 8, p. 3628-3634. DOI 10.3168/jds.2010-3246.
- THOMSEN, Peter T., 2015. Short communication: Efficacy of copper sulfate hoof baths against digital dermatitis—Where is the evidence? In : *Journal of Dairy Science*. 1 avril 2015. Vol. 98, n° 4, p. 2539-2544. DOI 10.3168/jds.2014-9135.
- THOMSEN, Peter T., ERSBØLL, Annette Kjær et SØRENSEN, Jan Tind, 2012. Short communication: Automatic washing of hooves can help control digital dermatitis in dairy cows. In :

Journal of Dairy Science. 1 décembre 2012. Vol. 95, n° 12, p. 7195-7199. DOI 10.3168/jds.2011-5171.

TROTT, D. J., MOELLER, M. R., ZUERNER, R. L., GOFF, J. P., WATERS, W. R., ALT, D. P., WALKER, R. L. et WANNEMUEHLER, M. J., 2003. Characterization of Treponema phagedenis-Like Spirochetes Isolated from Papillomatous Digital Dermatitis Lesions in Dairy Cattle. In : *Journal of Clinical Microbiology*. 1 juin 2003. Vol. 41, n° 6, p. 2522-2529. DOI 10.1128/JCM.41.6.2522-2529.2003.

UMT MAITRISE DE LA SANTÉ DES TROUPEAUX BOVINS, 2014. Guide_boiteries_V2_final 2015.pdf. In : *Guide d'intervention pour la maîtrise des boiteries en troupeaux de vaches laitières 2ème version* [en ligne]. 2014. [Consulté le 8 septembre 2019]. Disponible à l'adresse : https://www6.angers-nantes.inra.fr/bioepar/content/download/3203/32792/file/Guide_boiteries_V2_final%202015.pdf.

VAN AMSTEL, S. R., VAN VUUREN, S. et TUTT, C. L., 1995. Digital dermatitis: report of an outbreak. In : *Journal of the South African Veterinary Association*. septembre 1995. Vol. 66, n° 3, p. 177-181.

WEBER, Jim, RICHTER, Stefanie et FREICK, Markus, 2019. Comparison of the therapeutic efficacy of salicylic acid paste with a polyurethane wound dressing for the treatment of digital dermatitis lesions in dairy cows. In : *Research in Veterinary Science*. 1 août 2019. Vol. 125, p. 7-13. DOI 10.1016/j.rvsc.2019.05.008.

WILSON-WELDER, Jennifer H., ALT, David P. et NALLY, Jarlath E., 2015. Digital Dermatitis in Cattle: Current Bacterial and Immunological Findings. In : *Animals : an Open Access Journal from MDPI*. 11 novembre 2015. Vol. 5, n° 4, p. 1114-1135. DOI 10.3390/ani5040400.

YERUHAM, I et PERL, Samuel, 1998. Clinical aspects of an outbreak of papillomatous digital dermatitis in a dairy cattle herd. In : *Journal of the South African Veterinary Association*. 1 octobre 1998. Vol. 69, p. 112-5. DOI 10.4102/jsava.v69i3.830.

ZINICOLA, Martin, LIMA, Fabio, LIMA, Svetlana, MACHADO, Vinicius, GOMEZ, Marilia, DÖPFER, Dörte, GUARD, Charles et BICALHO, Rodrigo, 2015. Altered Microbiomes in Bovine Digital Dermatitis Lesions, and the Gut as a Pathogen Reservoir. In : *PLOS ONE*. 17 mars 2015. Vol. 10, n° 3, p. e0120504. DOI 10.1371/journal.pone.0120504.

VII. ANNEXES

Annexe 1 : Notation des lésions podales selon leur niveau de sévérité (Delacroix M., Prodhomme J., 2014) (UMT Maitrise de la Santé des troupeaux bovins, 2014)

	Note 1	Note 2	Note 3
Abcès de sole	NA	Etendue limitée	Lésion affectant toute la sole et/ou atteintes profondes
Fracture de la corne	Cassure uniquement de la corne	Situation intermédiaire	Cassure jusqu'au vif engendrant une boiterie
Fissure de la muraille	Lésion touchant uniquement la corne	Lésion atteignant le vif associée à une boiterie	Lésion atteignant la couronne et associée à un chéloïde (interne)
Corne friable	Corne friable sur une petite zone (1cm ²)	Situation intermédiaire	Corne friable sur une zone très étendue (moitié de la sole et plus)
Concavité et cerclage de la muraille	Concavité et cerclage légers	Situation intermédiaire	Concavité et cerclage très marqués
Décollement ou dédoublement de la sole	Décollement peu étendu et limité (1cm ²)	Décollement s'étendant sur le quart de la surface de la sole	Décollement touchant toute la sole
Ouverture de la ligne blanche	Trace d'ouverture plus ou moins étendue avec fistulisation présente mais très peu profonde	Ouverture profonde avec début de fistulisation	Ouverture profonde avec fistulisation, jusqu'à la couronne et complications infectieuses
Coloration jaune sale de la corne	Coloration jaune pâle et peu étendue	Coloration jaune et assez étendue	Coloration jaune foncée, noirâtre et très étendue (moitié de la sole et plus)
Bleime diffuse	Coloration rose pâle et peu étendue	Coloration rose foncé et assez étendue	Coloration foncée, noirâtre et très étendue (moitié de la sole et plus)
Bleime circonscrite	Coloration rose pâle	Coloration rose foncé	Coloration foncée, noirâtre
Ulcère de la sole	NA	Lésion nette, sans complications infectieuses	Lésion très marquée avec complications infectieuses profondes (arthrite)
Cerise	NA	Bourgeonnement limité (0,5cm environ)	Bourgeonnement volumineux (2cm environ)

Décollement de la corne du talon	Décollement superficiel (par ex, 3mm de profondeur)	Situation intermédiaire	Décollement profond (par ex, 3cm de profondeur) avec ulcère profond
Erosion de la corne du talon	Erosion limitée en profondeur	Situation intermédiaire	Sillon en V très marqué, profond et large, avec hypertrophie des glomes
Limace	Petite limace (moins de 1cm)	Limace de taille moyenne (2cm environ)	Limace longue et large
Plaie interdigité	Simple excoriation superficielle	Situation intermédiaire	Eclatement de la peau avec plaie de plusieurs cm
Lésion typique de panaris	NA	Inflammation symétrique modérée de la couronne et du paturon	Inflammation symétrique très marquée de la couronne et du paturon
Nécrose de la pince	NA	Lésion nécrotique en pince de faible étendue n'atteignant pas la troisième phalange	Lésion nécrotique en pince avec atteinte de la troisième phalange

Annexe 2 : Fiche d'enregistrement et d'examen lésionnel et fonctionnel de l'animal avant traitement (à J0)

Date de l'examen des pieds à J0 :

Heure :

Auteur de la fiche :

N° de la fiche :

Numéro de l'élevage :

L'examen des pieds se fera après nettoyage des sabots et une vidéo et photographie seront réalisées pour chaque animal !

a) Identification de l'animal :

N° d'identification de la vache :

Race :

Date de naissance (jj/mm/aaaa) :

Rang de lactation :

Stade de lactation :

Taux de production moyen en lait :

Intervalle vêlage-vêlage :

Avortement : Oui/Non ? Combien ?

Traitements antérieurs à la consultation : non / oui ? Précisez

b) Bilan lésionnel et fonctionnel et parage :

Numéro de la vache		
Note de synthèse sur la posture		
Membres postérieurs	G	D
Abcès de sole		
Seime longitudinale (externe / interne)		
Rotation de l'onglon		
Ouverture de la ligne blanche		
Bleime (diffus / circonscrite)		
Ulcère de la sole		
Cerise		
Limace		
Lésion typique de panaris		
Nécrose de la pince		
Lésion typique de Mortellaro : M0, M1, M2, M3, M4		
Autres		

Description anatomopathologique des lésions de Mortellaro observées :

Description anatomopathologique des autres lésions observées :

Annexe 3 : Fiche de suivi lésionnel et fonctionnel

1) **A J7** :

Date de l'examen des pieds à J0 :

Heure :

Auteur de la fiche :

N°de la fiche :

RAPPEL : tout examen lésionnel sera réalisé après nettoyage des sabots !

Numéro d'Élevage :

a) Identification de l'animal :

N° d'identification de la vache :

Race :

Date de naissance (jj/mm/aaaa) :

Rang de lactation :

Stade de lactation :

Taux de production moyen en lait :

b) Bilan lésionnel et fonctionnel à J7 :

Numéro de la vache		
Note de synthèse sur la posture		
Membres postérieurs	G	D
Abcès de sole		
Seime longitudinale (externe / interne)		
Rotation de l'onglon		
Ouverture de la ligne blanche		
Bleime (diffus / circonscrite)		
Ulcère de la sole		
Cerise		
Limace		
Lésion typique de panaris		
Nécrose de la pince		
Lésion typique de Mortellaro : M0, M1, M2, M3, M4		
Autres		

Description anatomopathologique des lésions typiques de dermatite digitée observées :

2) **A J14** :

Date de l'examen des pieds à J14 :

Heure :

Auteur de la fiche :

N°de la fiche :

Numéro d'Élevage :

N° d'identification de la vache :

RAPPEL : tout examen lésionnel sera réalisé après nettoyage des sabots !

a) Bilan lésionnel et fonctionnel à J14 :

Numéro de la vache		
Note de synthèse sur la posture		
Membres postérieurs	G	D
Abcès de sole		
Seime longitudinale (externe / interne)		
Rotation de l'onglon		
Ouverture de la ligne blanche		
Bleime (diffus / circonscrite)		
Ulcère de la sole		
Cerise		
Limace		
Lésion typique de panaris		
Nécrose de la pince		
Lésion typique de Mortellaro : M0, M1, M2, M3, M4		
Autres		

Description anatomopathologique des lésions typiques de dermatite digitée observées :

3) **A J28 :**

Date de l'examen des pieds à J14 :

Heure :

Auteur de la fiche :

N° de la fiche :

Numéro d'Élevage :

N° d'identification de la vache :

RAPPEL : tout examen lésionnel sera réalisé après nettoyage-séchage des sabots !

a) Bilan lésionnel et fonctionnel à J28 à l'aide de la cage de contention :

Numéro de la vache		
Note de synthèse sur la posture		
Membres postérieurs	G	D
Abcès de sole		
Seime longitudinale (externe / interne)		
Rotation de l'onglon		
Ouverture de la ligne blanche		
Bleime (diffus / circonscrite)		
Ulcère de la sole		
Cerise		
Limace		
Lésion typique de panaris		
Nécrose de la pince		
Lésion typique de Mortellaro : M0, M1, M2, M3, M4		
Autres		

Description anatomopathologique des lésions typiques de dermatite digitée observées :

Description des autres lésions observées :

Annexe 4 : Synthèse des principales études menés pour comparer l'efficacité de produits alternatifs aux antibiotique pour le traitement de la dermatite digitale chez les vaches laitières (Relun et al., 2018)

a : Lésions notées M correspondent aux stades définis par (Döpfer et al., 1997 ; Berry et al., 2012)

b : Plusieurs critères sont étudiés dans certaines études pour comparer les traitements : seul le critère le plus comparable entre les études est présenté dans ce tableau

c : contrôle positif (traitement et résultats) : surligné ; contrôle négatif (traitement et résultats) : en italique

d : différence significative par rapport au contrôle positif : * ; au contrôle négatif : **

Définition du cas (a)	Définition du succès (a,b)	Traitement – produit (c)	Traitement – modalité d'application	Nombre de cas	% avec succès(d)	Pays (Nb de troupeau) Remarques Références
Lésion ronde à ovale, plate ou concave, à vif, humide, rouge jaune ou grise avec une surface granuleuse ou d'aspect framboise (lésion débutante) ou lésion surélevée avec des petites pailles filiformes (mature)	Absence de lésion 28j après trt	OTC 25mg/ml (Terramycine ND poudre soluble)	SID pdt 5j arrêt pdt 2j puis 1x/2j pdt 6j en salle de traite sur pied préalablement lavé à l'eau	19	20%	USA Pédiluve à base d'OTC a été utilisé 2 à 3 ans avant cette étude (Shearer, Hernandez, 2000)
		Cuivre, peroxyde et agent cationique (Victory foot cream ND)		22	26 %	
		Idem Victory avec l'ion cuivre et du peroxyde mais plus d'agent cationique		17	33%	
		Idem Victory avec moins de peroxyde		20	66%	
Lésion ronde à ovale, circonscrite sans poils, humide, érosive et proliférative, douloureuse	Lésion guérie (non active) 29j après trt	Lincomycine (Lincomix soluble powder ND) 10g mélangés à 3mL d'eau déionisée	Appliqués sous pansement (compresse + bandage) en travail de pareur après nettoyage de la plaie, laissés 5j	33	65%**	USA Pas de pédiluve (Moore et al., 2001)
		Cuivre, peroxyde et		33	46%**	

sur la peau d'un pied postérieur		agent cationique (Victory foot cream ND) 20mL				
		<i>Aucun traitement</i>		32	22 %	
Lésion active de DD (zone congestive avec poils érigés ; zone congestive exsudative et humide ; zone exsudative avec corium exposé	Signes de guérison (corium exposé avec signes de guérison lésion asséchée ; croûte ; lésion guérie), 32j après le trt	OTC 100 mg/mL (Terramycin Vet ND), 5mL	Appliqué sous pansement après nettoyage de la plaie en travail de pareur le 1 ^{er} j, puis nouvelle application 5j après. Pansement retiré 2j plus tars	23	87%	Suède (Manske et al., 2002)
		Glutaraldéhyde (Parvocide ND) dilué à 1 :50, 5ml		22	41%*	
		Aucun traitement		48	34%*	
Lésion active de DD, douloureuse	Absence de douleur à la palpation de la lésion 28 j après le trt	OTC (Terramycine ND Aerosol Spray)	1 application en travail de pareur, sans pansement, après nettoyage de la plaie. Renouvellement 4j, 10j, 28j après trt initial si nécessaire	26	92%	Autriche (Kofler et al., 2004)
		Acides organiques (Formic-, acetic- et proprionique), cuivre, albumin, zinc, et huiles essentielles (pepper-mint, eucalyptus) (Protexin Hoof-Care ND)		26	96%	
Lésion	Lésion	Chlortétracycline	2x pdt 3 sec à 30 sec	88	58%	Allemagne

douloureuse ulcérate (M2)	guérie (M0) ou chronique non douloureuse (M4), 28j après le trt	()	d'intervalle, appliqué en travail de pareur après nettoyage de la plaie, 1x/j pdt 3j, sans pansement			(Holzhauer et al., 2011)
		Cuivre et zinc chélatés (Intra Hoof-Fit Gel ND), 5g	Appliqué sous pansement (compresse + bandage) après nettoyage de la plaie en travail de pareur le 1 ^{er} j puis sans pansement le 4 ^e et 8 ^e j	94	92% *	
Lésion notée M2 ulcérate ou M4 (proliférative)	Lésion notée M1 (lésion modérée) ou M3 (croute), 34j après trt	Chlortétracycline (Cyclospray ND)	2 x pdt 3sec à 30 sec d'intervalle appliqué 1 fois en travail du pareur après nettoyage de la plaie	84	34%	Danemark Pas de pédiluve (Schultz, Capon, 2013)
		Ac salicylique (Saicylsyre ND)	10g de poudre appliquée sous pansement (compresse + bandage) en travail de pareur après nettoyage de la plaie, laissé 3j	91	37%	
Lésion notée M2	Pieds noté M0 (absence de lésion), 28j après trt	Chlortétracycline (WdT ND), spray	Appliqué en travail de pareur après nettoyage de la plaie, 1 fois	41	44%	Allemagne (Klawitter et al., 2019)
		Chlortétracycline (WdT ND) Spray	Appliqué sous pansement (compresse, coton,	44	86%*	

			bandage, goudron de Norvège) en travail de pareur après nettoyage de la plaie, laissé 7 j			
		Cuivre et zinc chélatés (Intra-Hoof-Fit Gel ND)	Appliqué en travail de pareur après nettoyage de la plaie , 1 fois	40	30%	
		Cuivre et zinc chélatés (Intra-Hoof-Fit Gel ND)	Appliqué sous pansement (compresse, coton, bandage, goudron de Norvège) en travail de pareur après nettoyage de la plaie, laissé 7 j	38	71%*	
Lésion M2	Absence de lésion (M0), lésion inactive (M3,M4) ou petite lésion (M1), 2j après trt	Isothiocyanate d'allyle à 15M (Wasaouro Powder ND)	3g appliqué sous pansement(compresse + bandage) en travail de pareur après nettoyage de la plaie, laissé 2j	4	100%*	Japon (Chiba et al., 2017)
		Alginate de sodium (Kanto Chemical)		4	0	
		Hydroxyde de calcium (Wako Pure Chemical Industrie)		5	0	
	Absence de lésion (M0), lésion inactive (M3,M4) ou	Lincomycine hydrochloride (Lincomycon Water Dispersion ND)	10 g (lincomycine) ou 3g (isothiocyanate d'allyle) appliqué sous pansement (compresse +	11	81%	

	petite lésion (M1), 7j après trt	Isothiocyanate d'allyle à 15% (Wasaouro Powder ND)	bandage) en travail de pareur après nettoyage de la plaie, laissé 7 j	15	93%	
Lésion ronde ou ovale à la surface de la peau ou concave, humide, rouge à grise, surface granuleuse ou d'aspect framboise, ou lésion surélevée couverte par des papilles filiformes	Lésion sèche, couverte par une croûte, avec aspect de peau normale, 30j après trt	Acide salicylique (Salicylsyre ND)	Poudre appliquée sous pansement en travail de pareur après nettoyage de la plaie, laissé 2 j	14	71%	Danemark Pas de pédiluve (Capiion et al., 2018)
		Acides inorganiques (Agron ND)		13	54%	
		Acides inorganiques (Agron ND) diluée en solution 20%	Pulvérisé, 1x/j tous les 3j pdt 15j puis 1 fois /j en salle de traite sans nettoyage préalable des pieds	15	37%	
Lésion active de DD (M1, M2, M4.1)	Absence de lésion (M0) ou lésion inactive (M3, M4) 1 semaine après trt	Tétracycline (tétracycline ND 250), 2-3 g dilué dans 5 mL de NaCl à 0,9%	5ml, 1x/sem jusqu'à guérison clinique ou fin de suivi (8 sem) sans bandage	105	69% **	Canada Pédiluves selon pratiques éleveurs (Jacobs et al., 2018)
		Glutaraldéhyde (HealMax ND)		125	52%**	
		Cuivre, zinc et aloe Vera (HoofSOIND)		100	79%**	
		NaCl à 0,9%		76	34%	
Lésions M1-M2-M3-M4-M4.1	Lésion M0 à 2 visites consécutives	Biocide (acide lactique et acide glycolique),	Groupe MR : 2j/semaine le 1 ^{er} mois, puis 2j/15j le	129	83%**	France (Ariza et al., 2019)

		régime modéré, (Pink-Step ND, Qalian, France)	second mois et 2j par mois Groupe IR (régime intensif) : 2j/semaine			
		Biocide, régime intensif, (Pink- Step ND, Qalian, France)	les 2 premiers mois, puis 2j/15j le 3 ^{ième} mois	278	89,5% **	
		<i>Pédiluve vide</i>		400	50%	

Annexe 5 : Annexe 5 : Efficacité des produits à base d'antibiotique utilisés par voie topique pour le traitement de la dermatite digitale (Guatteo et al., 2010)

Principe actif	Protocole d'application	Méthode de détection Critères d'inclusion pour application trt Nb VL/ nb lésions DD	Efficacité	Référence
Lincomycine	25mL d'une solution à 0,6 mg/mL 2x/2j	Visualisation avec endoscope rigide VL avec DD sans autre lésions podale 9VL/ 15 lésions	6 lésions guéries à J14	(Laven, Hunt, 2002)
Valnémuline	25 ml d'une solution à 100mg/mL 2x/2j	Visualisation avec boroscope VL avec DD sans autre lésion podale 12 VL/ 18 lésions	5 lésions guéries à J14	(Laven, Hunt, 2002)

Oxytétracycline	Solution à 8g/L, 2x/j, 1sem puis 2x/sem, 2sem, puis 1x	Détection visuelle en salle de traite 136VL	Efficace sur 10% de VL à J3 , sur 72% à J30	(van Amstel et al., 1995)
Oxytétracycline	5mL d'une solution à 100 mg/mL 3x/j, 21j	Détection visuelle en salle de traite Toutes VL 10 VL	Plus efficace pour diminuer les boiteries que sans traitement	(Britt et al., 1996)
Oxytétracycline	Solution à 25mg/mL 1x/j, 5j puis arrêt pdt 3j, Puis 1x/j, 3j	Non précisé VL avec lésion douloureuses de DD sur un seul postérieur 11VL	Plus efficace que l'eau pour supprimer douleur et guérir les lésions à J14 et J30 10 et 9 VL sans douleur à J14 et J30 7VL sans lésion visible à J14 et J30	(Hernandez, Shearer, 2000)
Oxytétracycline	5g de poudre soluble bandage Bandage maintenu pdt 7j	Travail de pareur Lésion active (rouge, humide, surface rugueuse, douloureuse) 3VL/4 lésions	100% des VL guéries (100% des lésions) entre J7 et J21	(Read, Walker, 1998)
Oxytétracycline	5mL d'une solution à 100 mg/mL 2 applications sous bandage à	Travail de pareur Toutes les VL 23 lésions	87% de lésions guéries à J32 alors que 34% des lésions guéries lorsque	(Manske et al., 2002)

	5j d'intervalle		parage uniquement	
Oxytétracycline	5mL d'une solution à 100 mg/mL application unique sous bandage sans retrait prévu du bandage	Travail de pareur VL avec lésions de DD actives et douloureuses à la palpation	20% des lésions guéries à J29 (13,8% pour les primipares, 38,7% pour les multipares)	(Nishikawa, Taguchi, 2008)

AGREMENT SCIENTIFIQUE

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

Je soussigné, François SCHELCHER, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Charly DE CAMPOS** intitulée « **Dermatite digitale : contribution à la maîtrise par un traitement à l'aide d'un anti-infectieux topique** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 18/11/2019
Professeur François SCHELCHER
Enseignant-chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Pierre SANS



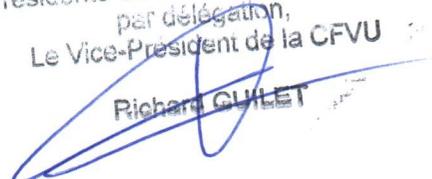

Vu :
Le Président du jury :
Professeur Eric OSWALD



Professeur Eric OSWALD
Chef de Service
Laboratoire de Bactériologie-Hygiène
Institut Fédératif de Biologie
330 av. de Grande Bretagne - TSA 40031
31059 TOULOUSE CEDEX 9

Vu et autorisation de l'impression :
Présidente de l'Université Paul Sabatier
Madame Régine ANDRE-OBRECHT

La Présidente de l'Université Paul Sabatier,
par délégation,
Le Vice-Président de la CFVU
Richard GUILLET



M. Charly DE CAMPOS
a été admis(e) sur concours en : 2014
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 18/07/2018
a validé son année d'approfondissement le : 05/09/2019
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.



NOM : DE CAMPOS

PRENOM : CHARLY

TITRE : Dermatite digitale : contribution à la maîtrise par un traitement à l'aide d'un anti-infectieux

RESUME : La maladie de Mortellaro, dermatite digitale ou piétin d'Italie, est une maladie contagieuse des bovins, qui affecte la peau de la couronne ou plus rarement de l'espace interdigital, à l'origine de boiteries parfois très invalidantes, avec un impact marqué sur l'économie de l'exploitation et le bien-être animal, et due à une combinaison de causes, infectieuses (tréponèmes), et en relation avec les pratiques d'élevage (humidité, hygiène de l'environnement...). De nombreux traitements médicaux sont proposés, à titre curatif ou préventif, à l'échelle individuelle (topiques antibiotiques ou antiseptiques) ou collective (pédiluves). Les preuves de leur efficacité clinique font défaut dans de nombreux cas. De plus, l'utilisation d'antibiotiques et de certains antiseptiques, a un impact possible sur l'environnement et la santé publique. L'objectif du travail présenté a été d'évaluer l'efficacité clinique d'un médicament commercialisé, TafSpray®, à base de Thiamphenicol, administré sous forme d'aérosol, en topique, pour le traitement individuel curatif de la dermatite digitale en élevage bovin laitier. L'étude, menée dans 4 élevages bovin laitiers du département de l'Aveyron à l'automne 2018, est un essai comparatif d'efficacité clinique, incluant 2 cohortes de 59 et 57 vaches en lactation, traitées à l'aide d'un aérosol antibiotique, en topique, respectivement Oxytetrin P® (oxytétracycline) pendant trois jours consécutifs, considéré comme le traitement de référence, et TafSpray® (thiamphénicol), pendant trois jours consécutifs, considéré comme le traitement à tester. Les critères cliniques d'efficacité ont été évalués de manière standardisée et semi quantitative (scores) sur le plan lésionnel, à l'échelle des pieds pelviens (77 dans le groupe référence Oxytetrin® et 79 dans le groupe test TafSpray®), sur le plan fonctionnel (boiterie), et à 3 temps successifs (7, 14 et 28 jours après la première administration). Les principaux résultats obtenus au terme de l'étude (28 jours), sont une efficacité thérapeutique sur le plan lésionnel de 79,9 % pour Taf Spray® et de 76,6 % pour Oxytetrin P® avec un odd's ratio du groupe Taf Spray® de 1,59 [0,38-6,62] par rapport à Oxytetrin P®. La différence entre les 2 groupes n'est pas statistiquement significative au seuil de 5%.

MOTS-CLES : MORTELLARO – DERMATITE DIGITALE – BOITERIE – TRAITEMENT TOPIQUE

TITLE : Digital dermatitis : contribution to the control by a treatment with an anti-infectious

SUMMARY: Mortellaro's disease or digital dermatitis, is a contagious bovine disease that affects the skin of the coronet or, more rarely, interdigital space, causing lameness that can be very disabling, with a marked impact. on the economy of establishment and animal welfare, and due to a combination of causes, infectious (treponemes), and in relation with farming practices (humidity, environmental hygiene ...). Many medical treatments are offered, either curative or preventive, at the individual level (topical antibiotics or antiseptics) or collective (footbaths). Evidence of clinical effectiveness is lacking in many cases. In addition, the use of antibiotics and certain antiseptics has a potential impact on the environment and public health. The objective of the work presented was to evaluate the clinical efficacy of a medicine, TafSpray®, made from Thiamphenicol, administered in aerosol form, topically, for the individual treatment of digital dermatitis in livestock dairy cattle. The study, conducted in 4 dairy farms in the department of Aveyron in autumn 2018, is a comparative clinical efficacy trial, including 2 cohorts of 59 and 57 lactating cows, treated with a antibiotic aerosol, topically, respectively Oxytetrin P® (oxytetracycline) for three consecutive days, considered the reference treatment, and TafSpray® (thiamphenicol), for three consecutive days, considered as the treatment to be tested. Clinical efficacy criteria were assessed in a standardized and semi-quantitative way (scores) at the pelvic feet level (77 in the Oxytetrin® reference group and 79 in the TafSpray® test group), on the functional plan (lameness), and at 3 successive times (7, 14 and 28 days after the first administration). The main results obtained at the end of the study (28 days), are a lesionally therapeutic efficacy of 79.9% for Taf Spray® and 76.6% for Oxytetrin P® with an odd ratio of the Taf Spray group® of 1.59 [0.38-6.62] compared to Oxytetrin P®. The difference between the 2 groups is not statistically significant at the 5% level.

KEYWORDS: MORTELLARO – DIGITAL DERMATITIS – LAMENESS – TOPICAL TREATMENT