



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/> 25658

To cite this version:

Sigogneau, Marie . *Étude observationnelle des facteurs de risques des troubles de performance des chiens de traîneaux lors de la Grande Odysée 2019.*

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

ETUDE OBSERVATIONNELLE DES FACTEURS DE RISQUES DES TROUBLES DE PERFORMANCE DES CHIENS DE TRAINEAUX LORS DE LA GRANDE ODYSSEE 2019

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

Marie SIGOGNEAU

Née, le 06 septembre 1993 à AIX LES BAINS (73)

Directeur de thèse : Mr Timothée VERGNE

JURY

PRESIDENT :

Mr Alexis VALENTIN

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mr Timothée VERGNE

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Mme Mathilde PAUL

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

Mme Caroline DIDIER

Résidente en anesthésie à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

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

Directeur par intérim : Frédéric Bousquet

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. **SANS Pierre**, *Productions animales*
- 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**, *Zootecnie*
- 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*
- M. **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 réglementées*
- Mme **WARET-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*
- M. **TOUITOU Florent**, *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 Jury de thèse :

A Monsieur le Professeur Alexis Valentin
Professeur des Universités – Praticien hospitalier
Vice-président recherche de l'Université Toulouse III-Paul Sabatier

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de cette thèse. Veuillez trouver ici l'expression de mes remerciements et hommages respectueux.

A Monsieur le Maître de Conférences Timothée Vergne
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Maladies animales réglementées, Santé Publique Vétérinaire

Qui nous fait l'honneur de diriger cette thèse. Pour sa patience, sa disponibilité et son optimisme. Qu'il trouve ici l'expression de ma plus profonde gratitude.

A Madame le Maître de Conférences Mathilde Paul
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins

Qui nous a fait l'honneur de participer au jury de cette thèse. Qu'elle trouve ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

Aux personnes nous ayant aidés lors de la réalisation de ce travail :

Au Dr Caroline Didier pour son encadrement et son aide précieuse aussi bien sur le terrain que sur le papier. Sincères remerciements

A Madame le Maître de Conférences Géraldine Jourdan, pour son soutien, sa disponibilité et sa gentillesse. Sincères remerciements.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	7
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	11
LISTE DES ABREVIATIONS & ACRONYMES	13
INTRODUCTION	15
PARTIE 1 : REVUE DE LA LITTERATURE SUR LES PRINCIPALES AFFECTIONS RENCONTREES SUR UNE COURSE DE CHIEN DE TRAINEAU.....	17
I. PRINCIPALES AFFECTIONS RENCONTREES CHEZ LES CHIENS DE TRAINEAUX SUR UNE COURSE DE MOYENNE DISTANCE.....	19
A. PRINCIPALES AFFECTIONS DE L'APPAREIL LOCOMOTEUR.....	19
1. <i>Rappels anatomiques.....</i>	20
i. Définition de la structure podale	20
ii. Structure anatomo-pathologique et histologique.....	20
2. <i>Les dermites interdigitées.....</i>	22
3. <i>Les blessures traumatiques des coussinets</i>	24
4. <i>Les infections sous unguéales.....</i>	25
B. LES AFFECTIONS DIGESTIVES	25
1. <i>Les diarrhées.....</i>	25
i. Syndrome stress diarrhée déshydratation	25
ii. Diarrhées infectieuses.....	26
iii. Diarrhées alimentaires	28
2. <i>Les vomissements</i>	28
II. LES PRINCIPAUX FACTEURS DE RISQUES	29
A. LES FACTEURS INTERNES.....	30
1. <i>Race du chien.....</i>	30
2. <i>Age, sexe et statut reproducteur du chien</i>	32
3. <i>Position des pattes</i>	32
B. LES FACTEURS EXTERNES.....	33
1. <i>Les dénivelés.....</i>	33
2. <i>Distance et vitesse de course</i>	33
3. <i>Conditions météorologiques.....</i>	33
4. <i>Place du chien dans l'attelage</i>	34
5. <i>Port de bottines</i>	35
6. <i>L'alimentation</i>	36
PARTIE 2 : MATERIEL ET METHODES	37
I. POPULATION SOURCE ET ECHANTILLONNAGE	39
II. COLLECTE DES DONNEES	39
III. ANALYSE DES DONNEES	41
A. ANALYSE DESCRIPTIVE DES VARIABLES ETUDIEES	41
B. ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUES	42

1. <i>Analyses univariées</i>	42
2. <i>Analyses multivariées</i>	43
PARTIE 3 : RESULTATS DE L'ETUDE : FACTEURS DE RISQUES D'AFFECTIONS PODALES ET DIGESTIVES DU CHIEN DE TRAINÉAU	45
I. ANALYSE DESCRIPTIVE GÉNÉRALE.....	47
II. OCCURRENCE ET FACTEURS DE RISQUES DES DERMITES INTERDIGITÉES	47
A. APPARITION DE DERMITES INTERDIGITÉES	47
1. <i>Analyses univariées</i>	47
2. <i>Analyse multivariée</i>	50
B. GUÉRISON DE DERMITES INTERDIGITÉES	51
1. <i>Analyses univariées</i>	51
2. <i>Analyse multivariée</i>	52
III. OCCURRENCE ET FACTEURS DE RISQUES DES BLESSURES TRAUMATIQUES DES COUSSINETS.....	53
A. APPARITION DE BLESSURES TRAUMATIQUES DES COUSSINETS	53
1. <i>Analyses univariées</i>	53
2. <i>Analyse multivariée</i>	56
B. GUÉRISON DES BLESSURES TRAUMATIQUES DES COUSSINETS	56
1. <i>Analyses univariées</i>	56
2. <i>Analyse multivariée</i>	58
IV. OCCURRENCE ET FACTEURS DE RISQUES DES DIARRHÉES D'EFFORTS 58	58
A. APPARITION DE DIARRHÉES D'EFFORTS	58
1. <i>Analyses univariées</i>	58
2. <i>Analyse multivariée</i>	61
B. GUÉRISON DES DIARRHÉES D'EFFORTS	61
1. <i>Analyses univariées</i>	61
2. <i>Analyse multivariée</i>	62
PARTIE 4 : DISCUSSION	65
I. LES FACTEURS DE RISQUES DES TROUBLES DE PERFORMANCE DES CHIENS DE TRAINÉAUX.....	67
A. LE SEXE DU CHIEN	67
B. LA RACE	68
C. LE PORT DE BOTTINES	69
D. LA NEIGE	69
E. LE SOLEIL	69
F. LA QUALITÉ DE LA NEIGE	70
G. LA VITESSE MOYENNE.....	70
H. AGE	71
I. TEMPÉRATURE AMBIANTE	71
J. LES AUTRES FACTEURS.....	72
1. <i>Place du chien dans l'attelage</i>	72
2. <i>Dénivelé positif</i>	73

II. PERSPECTIVE SUR LA GESTION DES AFFECTIONS PODALES ET DIGESTIVES SUR UNE COURSE DE MOYENNE DISTANCE	73
A. PREVENTION DES DERMITES INTERDIGITEES	73
B. PREVENTION DES BLESSURES TRAUMATIQUES DES COUSSINETS	74
C. PREVENTION DES DIARRHEES D'EFFORTS	74
D. DES RECHERCHES A POURSUIVRE	75
III. LIMITES METHODOLOGIQUES DE L'ENQUETE	76
A. LES BIAIS DE SELECTION	76
B. LES BIAIS DE MESURE	77
C. PRISE EN COMPTE DU TRAITEMENT DES AFFECTIONS	78
CONCLUSION	79
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	81
ANNEXES	85
<u>ANNEXE 1</u> : SCORE FECAL CHEZ LE CHIEN	86

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des Tableaux :

<i>Tableau 1 : Programme de la Grande Odyssée 2019</i>	16
<i>Tableau 2 : Résultats de culture de Salmonelles, Clostridium, Campylobacter, Giardia et Cryptosporidium dans les selles des chiens de traineau Alaskans Huskies (McKenzie et al., 2010)</i>	27
<i>Tableau 3 : Résultats des tests de chi2 pour les variables catégorielles et de Student* pour les variables continues concernant les dermites interdigitées.</i>	48
<i>Tableau 4 : Odds Ratio des variables explicatives du modèle minimal "apparition de dermites interdigitées"</i>	50
<i>Tableau 5 : Odds Ratio des variables explicatives du modèle minimal "Guérison des dermites interdigitées"</i>	52
<i>Tableau 6 : Résultats des tests de chi2 ou de Fisher** pour les variables catégorielles et de Student* pour les variables continues concernant les blessures traumatiques des coussinets</i>	54
<i>Tableau 7 : Odds Ratio des variables explicatives du modèle minimal "apparition de blessures traumatiques des coussinets"</i>	56
<i>Tableau 8 : Odds Ratio de la variable explicative du modèle minimal "guérison des blessures traumatiques des coussinets"</i>	58
<i>Tableau 9 : Résultats des tests de chi2 et de Fisher** pour les variables catégorielles et de Student* pour les variables continues concernant les diarrhées d'efforts.</i>	59
<i>Tableau 10 : Odds Ratio des variables explicatives du modèle minimal "Apparition de diarrhées d'efforts"</i>	61
<i>Tableau 11 : Odds Ratio de la variable explicative du modèle minimal "guérison des diarrhées d'efforts"</i>	63
<i>Tableau 12 : Synthèse des facteurs conservés dans les modèles finaux et leur association (X)</i>	67

Liste des Figures :

<i>Figure 1 : Structure générale macroscopique de l'extrémité distale du membre antérieur (source : Perrin-Begu, 2002)</i>	20
<i>Figure 2 : Vue des papilles coniques à la surface d'un coussinet digital à fort (Source : Perrin-begu, 2002)</i>	21
<i>Figure 3 : Coupe histologique d'un coussinet (Perrin-begu, 2002)</i>	22
<i>Figure 4 : Les différents stades de dermites interdigitées</i>	23
<i>Figure 5 : Les différents stades de blessures traumatiques des coussinets</i>	24
<i>Figure 6 : Les trois races de chien présentes sur la LGO étaient (A) des Huskies de Sibérie, (B) des Eurohounds et (C) des Alaskans huskies</i>	30
<i>Figure 7 : Représentation schématique de l'attelage en tandem</i>	34
<i>Figure 8 : Eurohounds avec des bottines en polaire</i>	35

<i>Figure 9 : Histogrammes illustrant l'influence (A) de la race, (B) d'un temps neigeux, (C) d'un temps ensoleillé, (D) de la vitesse moyenne de l'attelage, (E) de l'âge du chien et (F) du dénivelé positif sur l'apparition de dermites interdigitées</i>	<i>49</i>
<i>Figure 10 : Histogrammes illustrant l'influence (A) de la race, (B) de la qualité de la neige et (C) du dénivelé positif sur la guérison des dermites interdigitées</i>	<i>51</i>
<i>Figure 11 : Histogrammes illustrant l'influence (A) de la race, (B) du sexe, (C) du port de bottines, (D) de stérilisation, (E) de la vitesse moyenne de l'attelage et (F) de la température extérieure sur l'apparition de blessures traumatiques des coussinets..</i>	<i>55</i>
<i>Figure 12 : Histogrammes illustrant l'influence (A) du sexe, (B) de la stérilisation et (C) de la place du chien dans l'attelage sur la guérison de blessures traumatiques des coussinets.....</i>	<i>57</i>
<i>Figure 13 : Histogrammes illustrant l'influence (A) de la race, (B) de la qualité de la neige, (C) de la vitesse moyenne de l'attelage, (D) de l'âge du chien et (E) de la température extérieure sur l'apparition de diarrhées d'efforts</i>	<i>60</i>
<i>Figure 14 : Histogrammes illustrant l'influence (A) de la race, (B) d'un temps ensoleillé, (C) de la place du chien dans l'attelage et (D) de la vitesse moyenne de l'attelage sur la guérison de diarrhées d'efforts.....</i>	<i>62</i>

LISTE DES ABREVIATIONS & ACRONYMES

LGO : La Grande Odyssée

OR : Odds Ratio

IC : Intervalle de confiance à 95%

CRF : Corticotropin Releasing Factor

AIC : Critère d'Information d'Akaike

EPS : Extraits de Plantes Standardisées

INTRODUCTION

La pratique du sport de traineau à chiens reprend des traditions ancestrales qui ont permis aux Inuits de survivre dans les grands déserts arctiques. Au 21^{ème} siècle, ce sport, de plus en plus pratiqué, conjugue deux aspects : l'effort physique et la communion avec la nature, au travers de la montagne, la neige et les chiens. La Grande Odyssée Savoie Mont Blanc est, depuis sa première édition en janvier 2005, un événement incontournable des courses de chiens de traineau en Europe. Cette course par étapes est considérée comme la plus exigeante d'Europe et réunit chaque année plus de 25 mushers et leurs 400 chiens, sportifs de très haut niveau.

Les athlètes canins sont sélectionnés pour leur endurance, leur vitesse, leur puissance et leur capacité à résister au froid. Nous retrouvons aujourd'hui sur les courses de mi-distance principalement trois types de chiens : le Husky de Sibérie, l'Alaskan Husky et l'Eurohound (Figure 6). Les Alaskans sont, à l'origine, un croisement de Huskies de Sibérie, de loups et de quelques autres races de chiens de travail. Ce sont des chiens sélectionnés sur leurs capacités physiques. Combinant la faculté de trait innée du Husky à la vitesse et l'endurance du Pointer, l'Eurohound s'est vite répandu sur les courses de sprint et mi-distance.

Réputée pour sa technicité, la "Grande Odyssée" a décidé de remanier les étapes pour sa 15^{ème} édition afin de garantir un parcours le plus stable possible quelles que soient les conditions d'enneigement. Ceci permet aux professionnels de la course ainsi qu'aux concurrents d'anticiper au mieux les 10 jours de course. L'épreuve se dispute pour la première fois sur neuf étapes de moyenne distance (Tableau 1), alors que le parcours se déployait sur 90 km par jour depuis sa création en 2005. La présence d'une équipe vétérinaire sur la course est par conséquent indispensable pour suivre les chiens au plus près. L'essor des sports canins de traction associé à leur médiatisation grandissante ont permis de faire découvrir cette discipline au plus grand nombre. L'enjeu que représente la gestion de ces animaux tant pour le musher¹ que pour le vétérinaire est donc un sujet brûlant.

¹ Terme anglais universellement employé dans le monde de la course de chiens de traineaux pour désigner le conducteur du traineau

N°	Etapes	Longueur	Dénivelé
1	Praz de Lys	36km	1020m
2	Sommand	18km	550m
3	Les Gets	36km	1530m
4	Megève	32km	900m
5	Pralognan	38km	1680m
6	La Plagne	30km	1240m
7A	Val Cenis	51km	1530m
7B	Val Cenis	39km	750m
8	Aussois	5km	280m
9	Revard	43km	810m
10	Bessans	51km	700m
Total		379km	10990m

Tableau 1 : Programme de la Grande Odyssée 2019

L'objectif de ce travail de thèse est donc d'étudier les facteurs de risques d'apparition de certaines affections majeures chez le chien de traineau, sur une course de mi-distance au profil particulier. Le but est d'aider mushers et vétérinaires à améliorer la gestion en course de ces athlètes canins.

Dans la première partie de ce travail, nous présenterons une revue de la littérature sur les principales affections rencontrées sur une course d'un tel niveau, avec une emphase particulière sur les affections podales et digestives, objets de l'étude, ainsi que sur les facteurs de risques déjà identifiés. La deuxième partie présentera le protocole de collecte des données et d'analyse. La troisième partie sera l'analyse descriptive de l'occurrence des affections podales et digestives ainsi que l'identification des facteurs de risques. Enfin, dans la dernière partie, nous discuterons ces résultats et proposerons des solutions permettant de mieux gérer ces facteurs de risques, en passant notamment par de la prévention.

**PARTIE 1 : REVUE DE LA LITTERATURE
SUR LES PRINCIPALES AFFECTIONS
RENCONTREES SUR UNE COURSE DE
CHIEN DE TRINEAU**

I. PRINCIPALES AFFECTIONS RENCONTREES CHEZ LES CHIENS DE TRINEAUX SUR UNE COURSE DE MOYENNE DISTANCE

Les affections rencontrées chez les chiens de traîneaux sont spécifiques à ce sport et doivent être connues des vétérinaires présents sur ces courses. Elles sont variées mais les plus fréquentes restent les affections podales et digestives (Rebert, Grandjean, 2011). Ce sont donc ces affections que nous allons détailler dans cette partie.

Contrairement à des courses de très longue distance comme la Yukon Quest dans le grand nord canadien, les affections rencontrées sur des courses de moyenne distance sont des pathologies plutôt aiguës. En effet, en fonction du type de course (vitesse, moyenne ou longue distance, à étapes ou non), du tracé de la course ou des conditions météorologiques, la fréquence et l'intensité des affections varient.

A. Principales affections de l'appareil locomoteur

Le maintien de l'intégrité de l'appareil locomoteur est bien évidemment essentiel chez tout chien de sport, mais est un enjeu particulier chez le chien de traîneau qui doit parcourir ici 390 km, dans des conditions météorologiques parfois difficiles. Celui-ci passe dans un premier temps par la santé des doigts et des coussinets, extrémités les plus exposées aux aléas du terrain. La forte volonté du chien de traîneau à courir en toutes circonstances constitue une réelle difficulté dans le diagnostic des affections podales. Parfois, seul l'œil exercé du musher sera capable de remarquer une boiterie naissante.

Les mushers utilisent souvent l'adage inuit « pas de patte, pas de chien » pour illustrer à quel point les soins apportés à l'appareil locomoteur sont primordiaux. Bien que partie intégrante des affections du chien de sport, les atteintes orthopédiques ne seront pas traitées dans ce sujet de thèse et nous nous concentrerons uniquement sur la structure podale.

1. Rappels anatomiques

i. Définition de la structure podale

La structure podale regroupe trois entités : les coussinets, les espaces interdigités et les griffes. Ces trois entités constituent l'interface avec le sol et sont donc soumises à d'importantes contraintes mécaniques répétées tout au long de la course.

ii. Structure anatomo-pathologique et histologique

La patte du chien repose sur un coussinet principal appelé coussinet métatarsien à l'arrière et métacarpien à l'avant, glabre, épais et corné. Elle se termine par quatre doigts prolongés de griffes qui sont recouverts ventralement par un coussinet digital, ovale. Chaque antérieur est équipé en plus d'un coussinet carpien et d'un ergot correspondant au doigt résiduel.

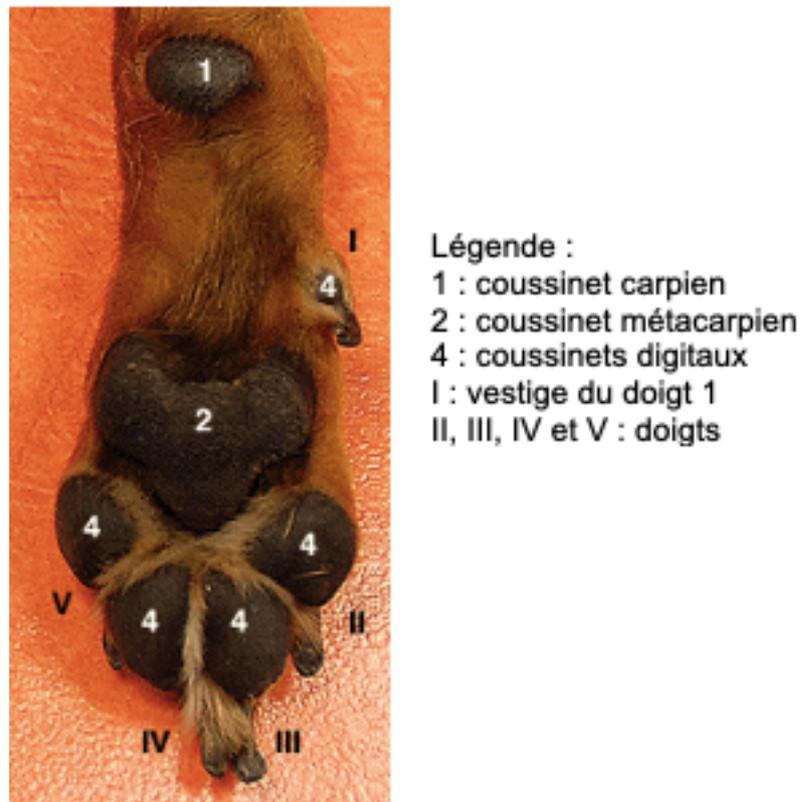


Figure 1 : Structure générale macroscopique de l'extrémité distale du membre antérieur (source : Perrin-Begu, 2002)

Les espaces interdigités qui séparent les différents coussinets sont recouverts d'un pelage protecteur plus ou moins dense en fonction de la race du chien. En effet, les Huskies de Sibérie ont un pelage très dense, tandis que celui des Eurohounds, au morphotype chiens de chasse, l'est beaucoup moins. Un épiderme peu épais constitue la barrière physique avec le milieu extérieur. Le derme contient les éléments vasculaires et nerveux ainsi que les glandes et follicules pileux. Des glandes apocrines sont annexées aux follicules pileux mais leur sécrétion est quasi inexistante.

Les coussinets sont glabres mais présentent un l'épiderme le plus épais (environ 1,8mm). Ils contiennent de nombreuses papilles coniques cornées fortement kératinisées et souvent très pigmentées (Figure 2). Le derme contient un épais coussinet de tissu adipeux dense et de nombreuses fibres élastiques qui confèrent au coussinet un très bon amorti. L'épaisseur de l'épiderme et les nombreuses anastomoses artério-veineuses assurent quant à elles une isolation correcte et une adaptation optimale au contact avec des surfaces froides et vulnérantes comme la glace. On retrouve dans le derme de nombreuses glandes sébacées libres dites eccrines sous le coussinet graisseux qui débouchent entre les papilles coniques des coussinets. Ces glandes eccrines sont sécrétrices. Les coussinets sont ainsi la seule région impliquée dans la transpiration. Cela permet de maintenir un taux d'humidité correct de la peau qui conserve sa souplesse et forme avec le sébum une couche protectrice supplémentaire face aux frictions (Perrin-begu, 2002).

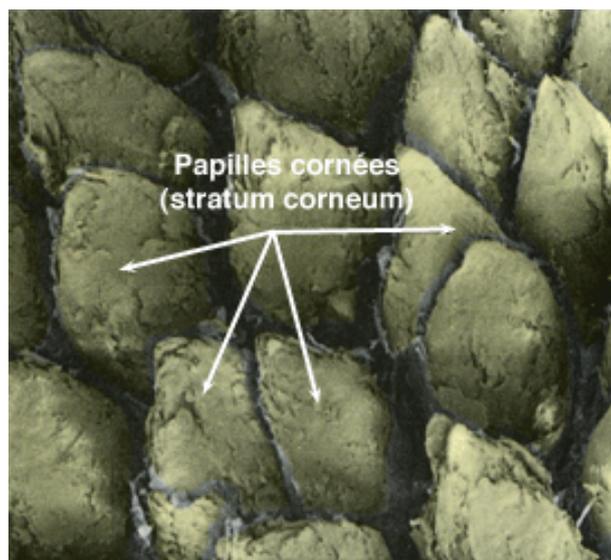


Figure 2 : Vue des papilles coniques à la surface d'un coussinet digital à fort (Source : Perrin-begu, 2002)

La griffe est apparentée à une enveloppe cornée de la troisième phalange (Figure 3). La jonction entre la griffe et la peau du doigt est appelée pli unguéal, la jonction entre la griffe et le coussinet est parfois appelée sillon unguéal. La face dorsale de l'étui corné est nommée muraille, et la face palmaire ou plantaire est la sole (Albert, 2006). Le derme achemine un faisceau vasculo-nerveux ce qui explique que les fractures peuvent être à l'origine de saignements et de douleur.

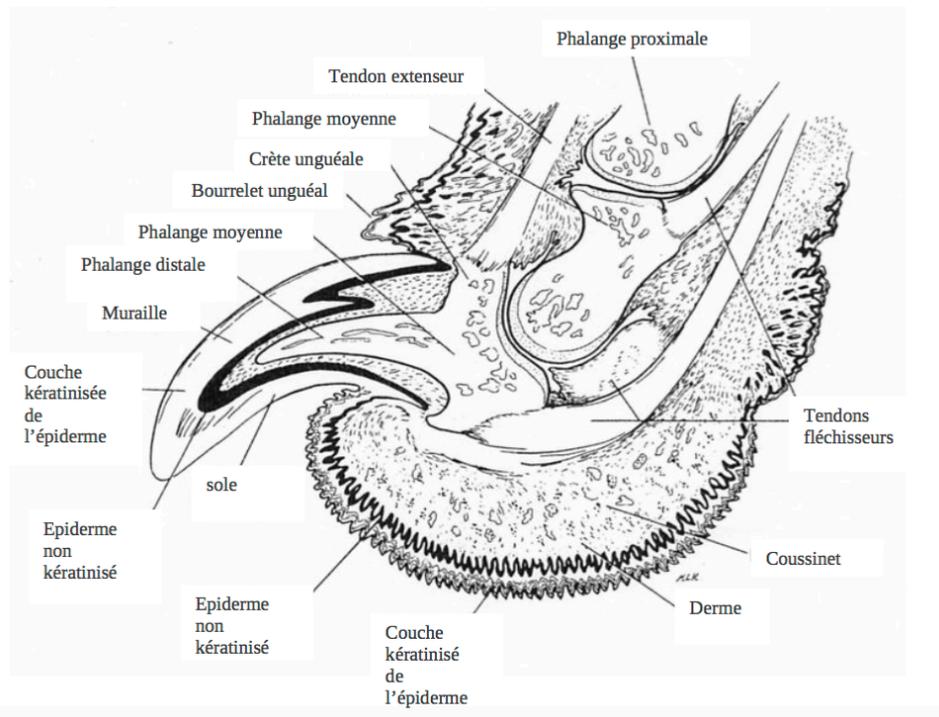


Figure 3 : Coupe histologique d'un coussinet (Perrin-begu, 2002)

2. Les dermatites interdigitées

Les dermatites interdigitées sont des affections très fréquentes chez le chien de traîneau. Nous les définissons ici comme une inflammation plus ou moins importante des espaces interdigités. L'accumulation de neige (billes ou « snow-balls ») ou de glace forme des agrégats vulnérants qui viennent fragiliser ces espaces interdigités. La sudation qui survient dans ces zones lors d'effort chez le chien (Perrin-begu, 2002) ainsi que le frottement répété avec le sol provoquent l'enflure, l'inflammation des tissus mous, puis la perte des poils interdigités protecteurs. Il est important de prévenir l'apparition de ces dermatites car leur cicatrisation est lente du fait de leur localisation et elles peuvent entraîner des boiteries du fait de la douleur. Les dermatites se classent généralement en cinq stades (Grandjean, Sept, 1991), par ordre de gravité (Figure 4).



Figure 4 : Les différents stades de dermites interdigitées, (A)Stade 1: les espaces cutanés situés entre les coussinets rougissent, sont légèrement enflés et douloureux à la palpation, (B) Stade 2 : des fissures apparaissent dans les espaces interdigités puis se transforment progressivement en crevasses, (C) Stade 3: les crevasses se rejoignent pour former des coupures bien nettes, (D) Stade 4: suite à la sudation, une macération avec infection et abcédation des plaies survient. Le dernier stade 5 est non représenté ici : le processus infectieux gagne l'ensemble de la main ou du pied, affectant les gaines tendineuses et pouvant conduire à des phénomènes septicémiques ou à des chocs endotoxiques graves.

3. Les blessures traumatiques des coussinets

Les blessures traumatiques des coussinets correspondent à des ruptures ou coupures franches des coussinets, avec parfois une abrasion. Afin de faciliter le traitement des données, un classement en trois stades a été mis en place (Figure 5).

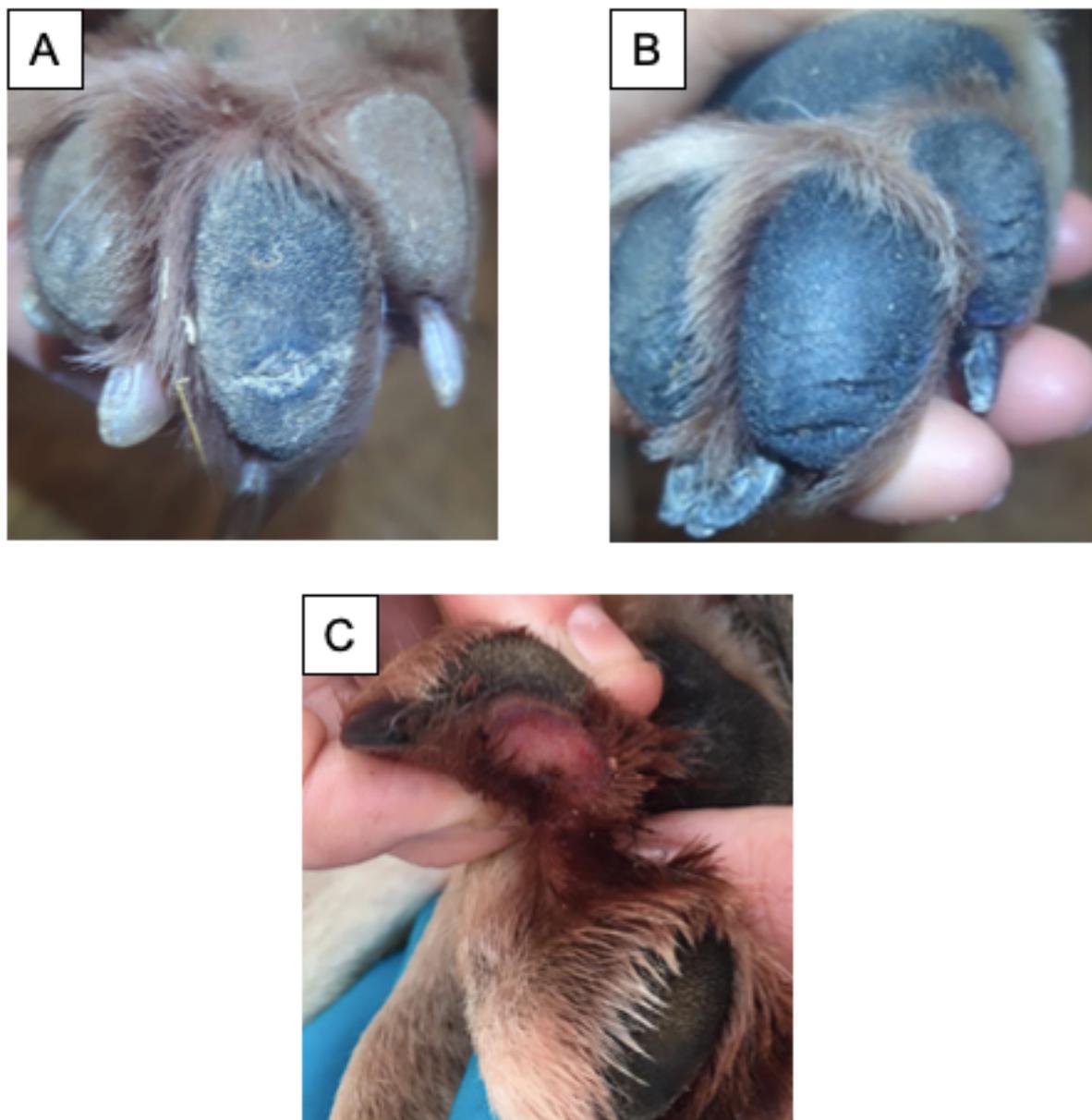


Figure 5 : Les différents stades de blessures traumatiques des coussinets avec (A) le stade 1 qui correspond à une crevasse par coussinet, (B) le stade 2 où l'on retrouve plusieurs crevasses par coussinets et (C) le stade 3 qui correspond à l'ulcération/érosion de la chair

Les blessures de stades 1 et 2 sont souvent gérées par le musher, à l'aide de baume gras et de bottines. Celles de stade 3 imposent la mise au repos immédiate du chien et parfois la mise en œuvre de soins plus spécifiques (patches par exemple).

Cependant, en cas d'abrasion modérée du coussinet, la pose d'un patch hydrocolloïde permet le maintien en course du chien.

4. Les infections sous unguéales

Ce sont des infections bactériennes de la base de l'ongle souvent secondaires à une cassure se situant sous la peau ou à une cassure de l'ongle au niveau de la partie distale. Elles sont souvent douloureuses et nécessitent des soins spécifiques.

B. Les affections digestives

Elles sont fréquemment décrites chez le chien de traineau (Ritchey et al., 2011), (McKenzie et al., 2010). Il s'agit souvent de phénomènes aigus qui n'entraînent pas de retrait de la course sauf en cas de déshydratation importante ou d'aggravation des symptômes.

1. Les diarrhées

Les diarrhées sont l'une des pathologies les plus rencontrées sur une course d'une telle difficulté que ce soit à cause de l'effort physique, de la forte pression infectieuse ou des changements alimentaires. Elles sont classiquement caractérisées par une grille de score fécal (Le Bouar, 2012) détaillée dans l'annexe 1. Les étiologies sont diverses et combinent parfois plusieurs facteurs.

i. Syndrome stress diarrhée déshydratation

Ce syndrome se rencontre souvent lors des trois premiers jours de course longue distance. Il se caractérise par une diarrhée osmotique d'apparition aiguë, pouvant se manifester sur la ligne d'arrivée ou peu de temps après chez un animal ne présentant aucun symptôme préalable. Une hématochémie est parfois visible mais elle n'est pas systématique. La diarrhée peut entraîner une déshydratation et une anorexie.

La pathophysiologie de ce phénomène n'est pas pleinement élucidée, mais le stress ayant un impact non négligeable sur le fonctionnement des organes digestifs, plusieurs hypothèses sont avancées (Grandjean, 1995).

Premièrement, lors d'un stress physique et/ou psychique, l'axe hypothalamo-hypophysaire libère une hormone appelée CRF (Corticotropin Releasing Factor). Celle-ci est responsable de plusieurs modifications au niveau du tractus digestif comme notamment une inhibition de la motricité antrale, un accroissement du transit dans le gros intestin, une augmentation des sécrétions biliaires ainsi qu'une réduction de l'absorption des électrolytes modifiant alors le flux ionique et entraînant une diarrhée osmotique (Brugere, 1991), (Gue, 1988). Lors d'efforts physiques intenses comme ceux engagés lors d'une course longue distance de chiens de traineaux, on observe une libération de gastrine, de cortisol et de CRF à l'origine d'acidité gastrique (Fergestad et al., 2016). L'élévation de la cortisolémie observée lors d'efforts physiques serait une autre explication possible à l'apparition d'ulcères (Davis et al., 2005).

De plus, lors d'un exercice physique intense et prolongé, la circulation sanguine privilégie le système musculaire au détriment du système digestif dont le débit sanguin peut chuter de 80% (Grandjean, 1992). Ainsi les cellules de la muqueuse digestive n'assurent plus leurs rôles fonctionnels de sécrétion de mucus et d'absorption d'eau, notamment au niveau du colon de défense. Il s'en suit une dégénérescence nécrotique de certaines cellules de la muqueuse qui donne naissance à une érosion des vaisseaux sanguins pariétaux (Grandjean, 1992). L'ischémie mésentérique prolongée entraîne donc une diarrhée liquide (l'eau n'est plus réabsorbée correctement au niveau du colon), hémorragique parfois et une déshydratation est possible.

ii. Diarrhées infectieuses

Elles ne sont pas spécifiques au chien de traineau, mais peuvent être problématiques en course ou en chenil du fait de leur haute contagiosité. Les plus fréquentes sont d'origine virale. Bien que la parvovirose ne soit plus présente sur nos courses, la coronavirose pose davantage de problèmes à cause de l'absence de vaccination dans la plupart des pays d'Europe.

Les diarrhées aiguës bactériennes sont extrêmement rares, même si l'isolement de *Campylobacter spp* lors de diarrhées chroniques à l'entraînement est fréquent. Des

Salmonella spp sont quant à elles tout autant excrétées par des porteurs asymptomatiques (69%) que par des chiens présentant des diarrhées (63%) sans qu'aucun lien entre le temps de course ou le type de diarrhée n'ait pu être établi. Malgré tout, en cas de diarrhée persistante avec apparition de sang, mucus ou autres éléments figurés, plus ou moins accompagnée de fièvre et abattement, une surinfection secondaire par dysbiose intestinale est suspectée et traitée en conséquence.

Pourtant, les données de la littérature divergent à ce sujet. Ainsi, une étude de 2010 menée sur 135 chiens (McKenzie et al., 2010) a comparé la présence d'agents pathogènes communs (*Clostridium perfringens*, *Clostridium difficile*, *Campylobacter*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Giardia*, *Cryptosporidium*) avant et pendant une course de 645 kilomètres (Tableau 2). Aucune différence significative n'a été observée, excepté pour *Campylobacter*. De plus, dans l'ensemble des cas, aucun agent ou leur toxines respectives n'ont été significativement associés à la diarrhée, la présence de sang en nature dans les selles ou de méléna.

	Salmonelles	Clostridium	Campylobacter	Giardia	Cryptosporidies
Avant course	78,2%	100%	15,4%	9,4%	1,9%
Après course	71,3%	95%	7,5%	7,5%	3%

Tableau 2 : Résultats de culture de Salmonelles, Clostridium, Campylobacter, Giardia et Cryptosporidium dans les selles des chiens de traineau Alaskans Huskies (McKenzie et al., 2010)

Cette étude montre que malgré le fait que 36% des chiens soient atteints de diarrhées sur cette course, celles-ci ne sont pas d'origine infectieuse. L'effort physique intense, le stress oxydatif et l'effet du stress sur le tractus digestif seraient la cause de ces diarrhées en compétition.

Une autre étude menée en 1997 sur l'Iditarod, une course de longue distance au Canada, (Cantor et al., 1997) a elle aussi montré que la présence de Salmonelles n'était pas corrélée aux phénomènes de diarrhées et que ces bactéries sont présentes aussi bien chez des chiens sains que chez les chiens symptomatiques.

Enfin, comme chez le chien de compagnie, la cause parasitaire ne peut jamais être exclue, notamment concernant une infestation par des *Giardias spp.* En effet la pression d'infestation est souvent forte et il n'y a aucune obligation de réaliser des traitements anti parasitaires internes lors d'une course de chien de traineaux.

iii. Diarrhées alimentaires

Les diarrhées de type alimentaire peuvent apparaître lors de courses de chien de traineaux du fait du changement de nourriture (Rebert, Grandjean, 2011). En effet, il se peut que des attelages en compétition ne puissent pas apporter de viande fraîche du fait du passage des frontières, alors même que leurs chiens sont habitués à ce régime alimentaire. Ainsi les mushers doivent acheter une nourriture sur le sol français qui ne correspond pas à celle que les chiens ont l'habitude de manger. Ce changement alimentaire brutal sans transition et une modification du séquençage alimentaire (changement de lieu, d'horaire de repas) peuvent entraîner l'apparition de diarrhées.

2. Les vomissements

Les vomissements sont moins fréquents que les diarrhées en course mais sont tout de même souvent décrits. Ils peuvent avoir plusieurs origines. Chez les jeunes chiens, ils peuvent être provoqués par l'ingestion de neige en grande quantité à cause de l'excitation. Un repas trop rapproché du départ peut aussi en être la cause, bien que cela soit rendu peu fréquent par la gestion précise des apports alimentaires par les mushers.

La troisième cause de vomissements est liée aux gastrites engendrées par un stress organique trop intense. Il a été démontré à de nombreuses reprises en médecine humaine que l'exercice physique entraîne des hémorragies gastro-intestinales (Gil et al., 1998). Le même phénomène est observé sur des chiens chez qui le stress induit une ischémie mésentérique et ralentit la vidange gastrique, et pourrait, par conséquent être à l'origine d'une hyperacidité gastrique. Cette hyperacidité peut provoquer une émergence d'ulcérations gastriques à l'origine d'une inappétence voire de vomissements, d'une douleur abdominale marquée et de méléna.

Il a été observé sur des chiens de traineaux lors d'un exercice intense, ici une

course de 1770 km, l'apparition d'ulcères gastriques, une augmentation de la perméabilité intestinale et une augmentation du taux de cortisol endogène (Davis et al., 2005). Cependant aucune corrélation entre les trois phénomènes n'a été établie. Ce lien est toutefois mieux connu en médecine humaine (Pals et al., 1997), (Gil et al., 1998). Il est connu que l'exercice intense et une alimentation hautement énergétique induisent un ralentissement de vidange gastrique, ce qui provoquerait une rétention des acides gastriques et augmenterait ainsi le risque d'apparition d'ulcères (Ritchey et al., 2011).

Une autre étude a montré que de fortes doses en cortisol exogène provoquent des ulcères gastriques chez le chien (Rohrer et al., 1999).

L'étude de Davis (Davis et al., 2005) a montré un intérêt certain à utiliser des anti-acides tels que l'oméprazole (un inhibiteur de la pompe à protons) à la dose de 2mg/kg dans la prévention des ulcères gastriques en situation de course. Cependant, le vide juridique concernant le dopage chez le chien de sport en France empêche l'utilisation de quasi tout principe actif. La prévention est donc primordiale car l'oméprazole ne peut pas être utilisé en France. Elle passe par un entraînement bien conduit et adapté au type de course, pour diminuer le stress organique, ainsi que par une alimentation suffisamment riche pour diminuer la quantité ingérée. Il est important de savoir suspecter un ulcère gastrique rapidement car une perforation de la muqueuse gastrique est très rapidement fatale pour l'animal (Davis, Williamson, 2016).

Afin d'éviter les vomissements il est déconseillé de nourrir les chiens dans les trois heures précédant la course, mais vivement recommandé de faire tremper environ un quart de la ration journalière dans un grand volume d'eau et de servir cette soupe trois à cinq heures avant le départ (Grandjean, 1995).

II. LES PRINCIPAUX FACTEURS DE RISQUES

L'objectif de cette étude est de faire une revue des facteurs de risques pouvant influencer l'apparition d'affections podales ou digestives. Ces facteurs peuvent être divisés en deux catégories : des facteurs internes propres aux chiens, et des facteurs externes relatifs aux conditions environnementales. Nous nous concentrons ici sur des facteurs relatifs à la course et que nous pourrions quantifier ensuite.

A. Les facteurs internes

Peu d'études se sont intéressées à l'effet du stade physiologique du chien de traîneau sur ses performances. Toutefois, l'expérience empirique des mushers nous apporte des pistes pour explorer ce sujet.

1. Race du chien

Les trois races de chiens présentes sur une course de moyenne distance sont classiquement : le Husky de Sibérie, l'Eurohound et l'Alaskan Husky (Figure 6).



Figure 6 : Les trois races de chien présentes sur la LGO étaient (A) des Huskies de Sibérie, (B) des Eurohounds et (C) des Alaskans huskies

Le standard du Siberian Husky est défini comme suit par la Fédération cynologique internationale et repris par la Société Centrale Canine (SCC) : « Le Siberian Husky est un chien de travail (traîneau) de taille moyenne à la démarche

légère et vive. Il ne présente jamais l'aspect lourd et grossier d'un animal de trait, au contraire il est dégagé et élégant dans ses allures. Son corps, modérément compact, couvert d'une bonne fourrure, ses oreilles droites et sa queue en brosse bien fournie évoquent son hérité nordique. Son allure caractéristique est unie et facile. Il remplit avec la plus grande compétence sa fonction d'origine de chien de trait en tirant une charge légère à une vitesse modérée sur de grandes distances. Les proportions et la forme de son corps dénotent cet équilibre fondamental de puissance, de rapidité et d'endurance. »

Par son endurance et sa fourrure adaptée aux grands froids, le Husky de Sibérie semble donc être le chien idéal pour une compétition de chien de traîneau sur plusieurs étapes (Bugnard, 2016). Les mushers sélectionnent également leurs chiens sur la quantité de poils interdigités. Ils considèrent en effet que plus le pelage est fourni, plus les espaces interdigités sont protégés. Cependant il faut prendre en compte le fait qu'une fourrure interdigitée fournie favorise l'emprisonnement de neige et donc la formation de billes de glaces vulnérantes.

Une autre race de chien était présente sur la LGO 2019, les Alaskans huskies. L'Alaskan husky moderne provient d'un mélange de loup, de Husky de Sibérie et de chiens de chasse. Ils représentent la population de chiens de traîneaux la plus importante au monde (Stephanie Little Wolf, 2015). Ils ont été sélectionnés pour leur vitesse, leur puissance, leur endurance et leur résistance aux conditions climatiques. Le seul standard de l'Alaskan husky est la performance car ce n'est pas une race reconnue par la Société Centrale Canine.

La troisième race de chien présente sur cette course est l'Eurohound. Elle n'est pas reconnue par la société centrale canine. Il s'agit d'un croisement entre un Alaskan Husky et un Pointer. Il a été créé assez récemment en Scandinavie puis s'est vite répandu à travers le monde grâce à son potentiel de vitesse sur les courses de sprint et mi-distance. Il est considéré comme l'un des chiens d'attelage les plus aboutis dans le monde, combinant la faculté de trait innée du Husky avec l'enthousiasme et les capacités athlétiques du Pointer. L'Eurohound est donc plus rapide que le Husky de Sibérie mais peut-être moins adapté à des courses en montagne, sur neige et de moyenne à longue distance. De manière générale, sa fourrure est beaucoup moins fournie ce qui le rend moins résistant aux températures polaires et sans doute plus sujet aux lésions interdigitées.

2. Age, sexe et statut reproducteur du chien

Il est plus que probable que la morphologie des chiens joue un rôle dans l'apparition d'affections podales. En effet, les chiens de grande taille subissent des forces absolues plus importantes que les chiens de petite taille. La taille peut également induire un effet indirect du sexe, puisque les femelles sont généralement plus petites et plus légères que les mâles.

L'influence du sexe, de l'âge et du statut reproducteur sur les performances sportives des chiens de traîneaux n'a été que très peu étudiée. Une étude de 2005 sur 3218 chiens a montré que les femelles et mâles stérilisés ont plus de risques de subir une rupture du ligament croisé antérieur que des chiens entiers (R Slauterbeck et al., 2005). Une autre étude de 2013 montre que les chiens entiers, mâles et jeunes sont plus intrépides que les chiens stérilisés, femelles et âgés (Starling et al., 2013).

Les études concernant l'incidence du sexe, de l'âge et du statut reproducteur sur les performances à l'entraînement du chien de travail sont contradictoires. Pour Serpell et Hsu (2005), ces facteurs n'ont pas d'influence sur l'entraînement du chien. À l'inverse, Svartberg a montré en 2002 que chez certaines races de travail, comme le Berger Allemand, les mâles sont plus performants que les femelles. Enfin l'étude conduite par Pfeil et al. sur l'Iditarod en 2015 a montré que les femelles étaient moins souvent exclues de la course que les mâles pour des blessures d'épaules, et que plus les chiens sont âgés moins ils sont exclus.

3. Position des pattes

La biomécanique permet d'étudier les effets des forces externes et internes qui s'appliquent sur un être animé. Ces forces se divisent en trois composantes : une verticale, une horizontale craniocaudale et une horizontale médiolatérale (Perrin-begu, 2002). Les forces verticales étant majoritaires nous nous intéresserons uniquement à elles. Le chien étant quadrupède, nous pourrions nous attendre à ce que les forces verticales de réaction soient réparties uniformément. Cependant, quelle que soit l'allure, le poids du corps est davantage supporté par les antérieurs que par les postérieurs. Les pattes avant portent 1,1 fois le poids du corps contre 0,8 fois pour les pattes arrières (Hutton et al., 1969). Ceci s'explique par le fait que le centre de gravité

du chien se situe à environ deux cinquième de la distance entre les antérieurs et les postérieurs.

Enfin, lors d'une étude sur l'effet du stress physique et des températures basses sur les pattes, il a été confirmé que les antérieurs subissent plus de stress physique que les postérieurs (Bradley et al., 1996).

B. Les facteurs externes

1. Les dénivelés

Une thèse conduite en 2008 sur la Grande Odyssée (Rebert, Grandjean, 2011) et une étude conduite en 2011 sur l'Iditarod (Pfeil et al., 2015) évoquent l'impact possible du dénivelé sur l'apparition de lésions podales et intestinales. Cependant, l'influence du dénivelé sur l'apparition de ces lésions n'a jamais pu être démontrée statistiquement étant donné que les études de terrain ont souvent eu lieu sur des courses au Canada, avec très peu de dénivelé.

2. Distance et vitesse de course

En course de vitesse, les mushers mentionnent surtout des lésions aiguës. Par exemple, au niveau des lésions de dermatites interdigitées, le stade 1 est rarement dépassé en course de vitesse. Cependant en course de moyenne ou longue distance, nous pouvons aussi constater l'apparition d'affections chroniques.

De plus, l'étude conduite durant l'Iditarod 2011 a montré que l'augmentation de la vitesse de course est un facteur de risque d'apparition de blessures aux épaules (Pfeil et al., 2015).

3. Conditions météorologiques

De manière générale, les chiens de traineau participants aux courses sont adaptés au froid et supportent mal des températures supérieures à 10 degrés. On peut donc supposer que des températures plus douces affecteront leurs performances. Par ailleurs, le climat et la température vont influencer sur la qualité de la neige, facteur pouvant sembler primordial dans l'étude des pathologie podales. Or, une étude a

montré qu'une neige humide avec des températures hautes est plus délétère pour les pattes qu'une neige dure avec des températures basses (Bradley et al., 1996).

Pour résumer, il semble que les conditions dites idéales pour un musher sont réunies lorsque la neige est compacte et qu'il fait un froid sec.

4. Place du chien dans l'attelage

Chaque chien de l'équipe a une mission différente au sein de l'attelage. Sur la course les attelages étaient en tandem. Une représentation schématique est fournie en figure 7.

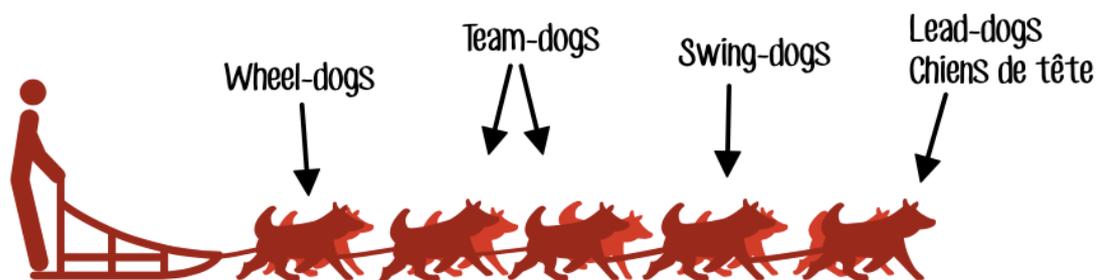


Figure 7 : Représentation schématique de l'attelage en tandem

Les leaders ou chiens de têtes sont placés à l'avant. Ce sont les plus obéissants, ils doivent diriger l'attelage et entrainer toute l'équipe à les suivre. Ils indiquent la direction soit en suivant une piste soit en obéissant aux ordres directionnels donnés par le musher. Viennent ensuite les Swing dogs², qui jouent le rôle de pivot en plus d'assister les leaders. Ils sont rapides et ce sont parfois de futurs chiens de têtes. Ensuite, les Team dogs³ constituent les « travailleurs de l'ombre », endurants mais ne présentant pas d'aptitudes particulières à suivre les directions orales. Enfin, les Wheel dogs⁴ sont placés juste devant le traîneau. Ce sont les plus puissants et résistants à la traction. Ce sont eux qui vont devoir arracher le traîneau à

² Terme anglais universellement employé dans le monde de la course de chiens de traîneaux pour désigner les chiens situés derrière les chiens de têtes dans l'attelage

³ Terme anglais universellement employé dans le monde de la course de chiens de traîneaux pour désigner les chiens situés derrière les swings⁽¹⁾ et représentant la majorité des chiens de l'attelage

⁴ Terme anglais universellement employé dans le monde de la course de chiens de traîneaux pour désigner les chiens situés juste devant le traîneau

la neige au départ, et qui ressentent le plus les chocs engendrés par le traîneau. Ils sont généralement plus trapus que les autres chiens.

5. Port de bottines

Le port de bottines (Figure 8) est maintenant courant pour protéger les pattes des chiens lors de la pratique du traîneau. Certains mushers en équipent tous les chiens si la neige est mauvaise ou si les pattes sont fragiles, mais la plupart du temps seules les pattes présentant une lésion sont protégées.

Il existe deux sortes de bottines : en nylon épais, très étanches mais inappropriées sur sols durs et glissants ou en polaire, non étanches mais adhérentes sur sols glissants. Cependant la bottine doit être parfaitement adaptée au pied du chien qui la porte. Si elle est trop grande, de la neige peut s'y accumuler dans la bottine et donc ralentir le chien.

D'après l'expérience de différents mushers, les bottines sont efficaces pour protéger les pattes et pour lutter contre l'aggravation des lésions. Cependant les études précédentes n'ont pu le prouver, seules des hypothèses concernant l'action protectrice des bottines ont été émises (Rogalev, Grandjean, 2011).



Figure 8 : Eurohounds avec des bottines en polaire

6. L'alimentation

L'alimentation est un facteur très important à prendre en compte lorsque l'on étudie les troubles digestifs. L'alimentation sous forme sèche a le double avantage d'être beaucoup plus facile à transporter que de la viande congelée et d'être plus sûre d'un point de vue sanitaire car elle présenterait moins de risque de contamination bactérienne, et une meilleure stabilité dans la composition. De plus un aliment sec aide à prévenir les diarrhées. La composition de l'aliment est évidemment essentielle : nécessité d'amidon hyperdigestible (à cause de l'augmentation de la vitesse du transit), de protéines à courte chaîne afin de prévenir la fatigue mentale (via la formation de neurotransmetteurs) et une très forte proportion lipidique pour fournir l'énergie nécessaire (Rebert, Grandjean, 2011). Il est important de ne pas modifier la ration alimentaire en course. La transition alimentaire doit idéalement se faire avant.

Partie 2 : Matériel et Méthodes

Nous allons chercher à identifier des facteurs de risques d'apparition de lésions et des facteurs protecteurs favorisant leur guérison. Le but est de proposer des mesures afin de prévenir la survenue de ces lésions, ou de permettre leur rémission.

Le protocole retenu est celui d'une enquête de type transversale. L'analyse des données a été conduite en deux phases : une analyse univariée des différents facteurs puis une analyse multivariée avec la création d'un modèle statistique.

I. POPULATION SOURCE ET ECHANTILLONNAGE

L'unité épidémiologique et statistique choisie était le chien de traîneau participant à la LGO 2019. Chaque chien faisait partie d'un attelage géré par un musher. L'échantillonnage est empirique car conditionné par la volonté des mushers à participer à notre étude. Nous avons contacté les vingt-cinq mushers inscrits quelques mois avant le début de la course et six d'entre eux ont accepté de participer à l'étude. Malheureusement l'un d'eux a abandonné au troisième jour de compétition, nous avons donc été contraints de le retirer de l'étude.

Les cinq mushers restant faisaient tous partie de la catégorie Open de la LGO 2019 : ils courent avec 6 à 10 chiens sur chaque étape et qu'ils ont droit à un pool de 12 chiens. Nous avons donc intégré 61 chiens à notre étude, appartenant à deux races différentes (Huskies de Sibérie et Eurohounds).

II. COLLECTE DES DONNEES

La récolte des données a été réalisée par quatre personnes durant la Grande Odyssée 2019 du 12 au 23 janvier. Le samedi 12 était une journée consacrée au « vetcheck », c'est à dire au contrôle sanitaire de tous les attelages ainsi qu'au contrôle clinique de tous les chiens. Cette journée nous a permis de récolter des données au premier jour avant tout effort physique et de faire connaissance avec les mushers de l'étude.

A partir du 13 janvier, nous avons évalué le statut de chaque chien des cinq mushers à l'arrivée de chaque étape. Nous avons systématiquement identifié les chiens présentant des diarrhées d'efforts sur la ligne d'arrivée. Chaque soir nous assurions un suivi rapproché des chiens de l'étude afin de faire un bilan de leur état de santé avec l'aide des mushers. Chacun des quatre collecteurs de données avait un ou deux mushers attribués de façon à ce que le suivi soit fait par la même personne tous les jours.

Ce suivi quotidien a porté sur :

- La présence de dermites interdigitées sur chaque patte de chaque chien et, le cas échéant, leur gradation (figure 4)
- La présence de blessures traumatiques des coussinets sur chaque patte de chaque chien et, le cas échéant, leur gradation (figure 5)
- L'utilisation ou non de bottines afin de protéger les pattes des chiens
- L'apparition de diarrhées et leur caractérisation : moment d'apparition (durant l'effort ou non), aspect (sanguinolentes ou non), ainsi que le score fécal associé (Annexe 1)
- La survenue de dysorexie ou de perte de poids
- L'apparition de vomissements et leur caractérisation (alimentaires, hémorragiques, associés ou non à une déshydratation)
- La détermination du score d'état corporel et de l'indice de masse musculaire

En plus du suivi des animaux, les conditions de course (température extérieure, qualité de la neige, conditions météorologiques, kilomètres et dénivelés parcourus, temps de course et la place de chaque chien dans l'attelage) ont été relevées chaque jour. Nous avons pu récupérer en amont les informations concernant chaque chien de l'étude : l'âge, le sexe, la race et le statut reproducteur (stérilisé ou non).

Les données récoltées étaient rentrées dans un tableau Excel le soir même. L'étude portait sur 61 chiens et la course était en dix étapes ce qui fait au total 610 observations pour chacune des affections étudiées. Pour les lésions podales, nous avons attribué à chaque chien et à chaque jour de course un score binaire 0 (lésion de stade 0 ou 1) ou 1 (lésion de stades 2 ou 3).

Trois bases de données ont été créées, une pour chacune des trois affections étudiées (dermites interdigitées, blessures traumatiques des coussinets et diarrhées d'effort) pour chaque jour de course. La présence ou l'absence de l'affection considérée, pour chaque jour de course et pour chaque chien de l'échantillon, a d'abord été renseignée sous la forme d'une variable binaire (0 ou 1). Puis, les scores au jour J ont été combinés avec les scores au jour J-1 pour créer deux variables réponses : « apparition » de lésions et « guérison » des lésions. La variable « apparition » au jour J prenait la valeur 0 en cas d'absence de lésion au jour J et au jour J-1, et la valeur 1 en cas de présence de lésion au jour J mais d'absence de lésion au jour J-1. La variable « disparition » au jour J prenait la valeur 0 en cas de présence de lésion au jour J et au jour J-1, et la valeur 1 en cas d'absence de lésion au jour J mais de présence de lésion au jour J-1.

Les variables explicatives étaient au nombre de douze. Les variables binaires, codées en 0 ou 1, sont les suivantes : race (0 : Eurohound, 1 : Husky), sexe (0 : femelle, 1 : mâle), stérilisé (0 : non, 1 : oui), bottines (0 : non, 1 : oui), place de l'attelage (0 : non couru, 1 : Leader, 2 : Swing, 3 : Team, 4 : Wheel) , qualité de la neige (0 : dure, 1 : molle), temps neigeux (0 : non, 1 : oui), temps ensoleillé (0 : non, 1 : oui). Les variables quantitatives continues concernaient la température extérieure, l'âge, la vitesse moyenne de l'étape et le dénivelé parcouru pendant l'étape.

III. ANALYSE DES DONNEES

A. Analyse descriptive des variables étudiées

Une description générale de l'échantillon a d'abord été faite (nombre de mâles et de femelles, nombre de chiens de chaque race, moyenne d'âge, etc.). Nous avons ensuite calculé la fréquence de survenue de chacune des lésions, ainsi que la proportion de chiens avec au moins une fois des lésions de chaque type. Nous avons uniquement sélectionné les pathologies pour lesquelles nous avons suffisamment de données.

B. Analyse des facteurs de risques

Pour chacune des six variables réponses (apparition de dermites interdigitées, apparition de blessures traumatiques des coussinets, apparition de diarrhées d'effort, guérison des dermites interdigitées, guérison des blessures traumatiques des coussinets et guérison des diarrhées d'effort), l'analyse des facteurs de risques s'est faite en deux temps : l'analyse univariée puis l'analyse multivariée.

1. Analyses univariées

L'objectif des analyses univariées est de diminuer le nombre de variables à inclure dans l'analyse multivariée en identifiant celles pour lesquelles une association avec la variable réponse est probable. Pour les variables explicatives catégorielles, cette association a été testée par un test du χ^2 ou un test de Fischer. Le test de Fischer est utilisé lorsqu'un des effectifs attendus est inférieur à 5 dans le tableau de contingence (Benavent, 2001). L'association univariée entre la variable réponse et chacune des variables explicatives continues a été testée par le test de Student (package Dplyr dans R Core Team (2018)).

A l'issue de cette première étape, pour chaque variable réponse, seules les variables explicatives dont le test était associé à une p-value inférieure ou égale à 0,2 ont été conservées pour l'analyse multivariée. Il a ensuite fallu vérifier l'absence de collinéarité entre ces différentes variables explicatives sélectionnées en créant un corrélogramme à l'aide des packages Hmisc et Corrplot du logiciel R (R Core Team 2018). Si deux variables présentent un facteur de corrélation supérieur à 0,7, l'une des deux doit ne pas être considérée dans le modèle (Dohoo et al., 2009). La variable associée à la p-value la plus basse dans l'analyse univariée a été conservée pour l'analyse multivariée.

En parallèle l'association entre la variable réponse et chacune des variables explicatives a été explorée graphiquement, au moyen d'histogrammes pour les variables catégorielles, et de « boîtes à moustaches » pour les variables continues.

2. Analyses multivariées

Des modèles de régression logistique ont été utilisés afin d'étudier la relation entre les variables explicatives (X_k) retenues par les analyses univariées et chacune des six variables réponses (Y). Ce modèle est défini par l'équation ci-après avec π la probabilité que chacune des trois lésions apparaisse/disparaisse, $\beta_{0:k}$ les coefficients de régression des paramètres à estimer et $X_{1:k}$ la valeur des variables explicatives.

$$\ln(\pi/1 - \pi) = \beta_0 + \beta_1 \times X_1 + \beta_2 \times X_2 + \dots + \beta_k \times X_k + \varepsilon$$

Un tel modèle permet d'estimer l'effet de chaque variable X_k sur Y . En effet, le signe du coefficient β_k donne le sens de l'association entre X_k et Y , tandis que sa valeur absolue donne sa force. Il représente donc l'accroissement de la probabilité de survenue ou de disparition de la réponse étudiée. Cet effet est généralement représenté par l'odds-ratio (OR_k) qui représente le facteur multiplicatif du risque quand X_k augmente d'une unité. Il est lié à beta par la relation :

$$e^{\beta_k} = OR_k$$

Nous avons donc créé six modèles dits « saturés » avec toutes les variables explicatives sélectionnées suite à l'analyse univariée. Un modèle minimal adéquat a ensuite été identifié par une procédure pas-à-pas descendante basée sur la minimisation du critère d'information d'Akaike (AIC). Pour cela, nous avons eu recours à la fonction Step du logiciel R (R Core Team 2018). Cette fonction retire progressivement des variables explicatives du modèle lorsque leur effet n'est pas considéré comme significatif à un risque de 5%. A chaque étape de la démarche, la performance du nouveau modèle par rapport à l'ancien a été évaluée au moyen du critère d'information d'Akaike, dont la formule est donnée ci-dessous, avec n le nombre de paramètres du modèle et L la vraisemblance du modèle.

$$AIC = -2 * \log(L) + 2n$$

Le modèle retenu est celui qui possède l'AIC le plus faible, c'est à dire celui qui offre le meilleur compromis entre l'ajustement aux données (vraisemblance) et la complexité du modèle (nombre de paramètres).

Pour vérifier l'ajustement des modèles finaux aux données, nous avons appliqué le test d'Hosmer et Lemeshow (Dohoo et al., 2009). Notre modèle est

considéré comme validé, lorsque qu'il prédit des données qui ne sont pas significativement différentes des données observées, c'est à dire lorsque la p-value du test est supérieure au risque de 5% prédéfini. Cependant, lorsque le nombre d'observations est inférieur à 100, il semblerait que la p-value calculée est sujette à caution (Dohoo et al., 2009). Dans ce cas, nous avons vérifié que notre modèle était bien discriminant en créant un boxplot qui compare la probabilité d'apparition (respectivement de disparition) de lésions entre ceux chez qui les lésions sont effectivement apparues (respectivement ont effectivement disparu) et ceux chez qui le statut n'a pas changé.

Partie 3 : Résultats de l'étude : Facteurs de risques d'affections podales et digestives du chien de traîneau

I. ANALYSE DESCRIPTIVE GENERALE

Notre échantillonnage contenait 61 chiens, 28 femelles et 33 mâles, 36 Eurohounds et 25 Huskies de Sibérie, d'un âge moyen de 5,2 ans. De façon générale, nous avons constaté moins de blessures traumatiques des coussinets (17,5%) que de dermites interdigitées (23,4%) sur la LGO 2019. Les diarrhées d'efforts sont un peu moins répandues et ont touché 11% des chiens. 63% des chiens ont présenté au moins une blessure des coussinets pendant la course, 91,8% des chiens ont présenté au moins une dermite interdigitée et seulement 28% des chiens ont eu au moins une fois une diarrhée d'effort pendant la course ou à l'arrivée.

II. OCCURRENCE ET FACTEURS DE RISQUES DES DERMITES INTERDIGITEES

A. Apparition de dermites interdigitées

1. Analyses univariées

Comme décrit dans le tableau 3 et illustré en figure 9, l'analyse univariée a permis de montrer que l'apparition de dermites interdigitées semble être plus fréquente chez les Eurohounds que chez les Huskies (17% VS 3%, p-value = 3.6e-06), en présence de neige fraîche qu'en absence (20% VS 6%, p-value = 2.7e-05) et en absence de soleil qu'en présence (19% VS 5%, p-value = 7.3e-06). De même, l'apparition de dermites interdigitées semble plus fréquente lorsque la vitesse moyenne de l'attelage en course augmente (p-value = 8e-05), chez les chiens jeunes (p-value = 2e-07) et lors des étapes à fort dénivelé positif (p-value = 0,003).

Variables	Modalités	Absence de lésions	Apparition de lésions	p-value	Persistance de lésions	Guérison de lésions	p-value
Sexe	Mâle	205	25		64	30	
	Femelle	212	17	0,26	29	17	0,68
Race	Eurohound	167	33		87	37	
	Husky	250	9	3.6e-06	6	10	0,02
Stérilisation	Non	362	35		66	36	
	Oui	55	7	0,695	27	11	0,61
Port de bottines	Non	304	29		49	28	
	Oui	113	13	0,72	44	19	0,55
Temps Neigeux	Non	333	21		82	41	
	Oui	84	21	7.3e-06	11	7	0,89
Temps Ensoleillé	Non	106	25		21	7	
	Oui	311	17	2.7e-05	72	40	0,39
Qualité de la Neige	Dure	324	36		84	39	
	Molle	93	6	0.31	9	14	0.005
Place dans l'attelage	0	161	15		37	16	
	1	66	5		14	9	
	2/3	125	15		23	15	
	4	65	7	0,82	19	7	0,64
Vitesse Moyenne (km/h)	Médiane	16,9	19,8		18,5	18,6	
	Q1 - Q3	12,4 – 19,9	18 – 20,8	8e-05*	17,6 – 20	16,9 – 21,1	0,85*
Age (années)	Médiane	2,8	3,7		4	3,7	
	Q1 - Q3	2,8 – 5,3	2,8 – 4,8	2e-07*	1,7 – 5	2,7 – 5	0,77*
Température (Celsius)	Médiane	-3	-4		-4	-4	
	Q1 - Q3	-5 – -1	-5 – -1,5	0,55*	-5 – -1	-5 – -1	0,85*
Dénivelé positif	Médiane	900	1530		900	1240	
	Q1 – Q3	700 - 1530	960 - 1680	0,003*	750 - 1530	900 - 1530	0,009*

Tableau 3 : Résultats des tests de chi2 pour les variables catégorielles et de Student* pour les variables continues concernant les dermites interdigitées.

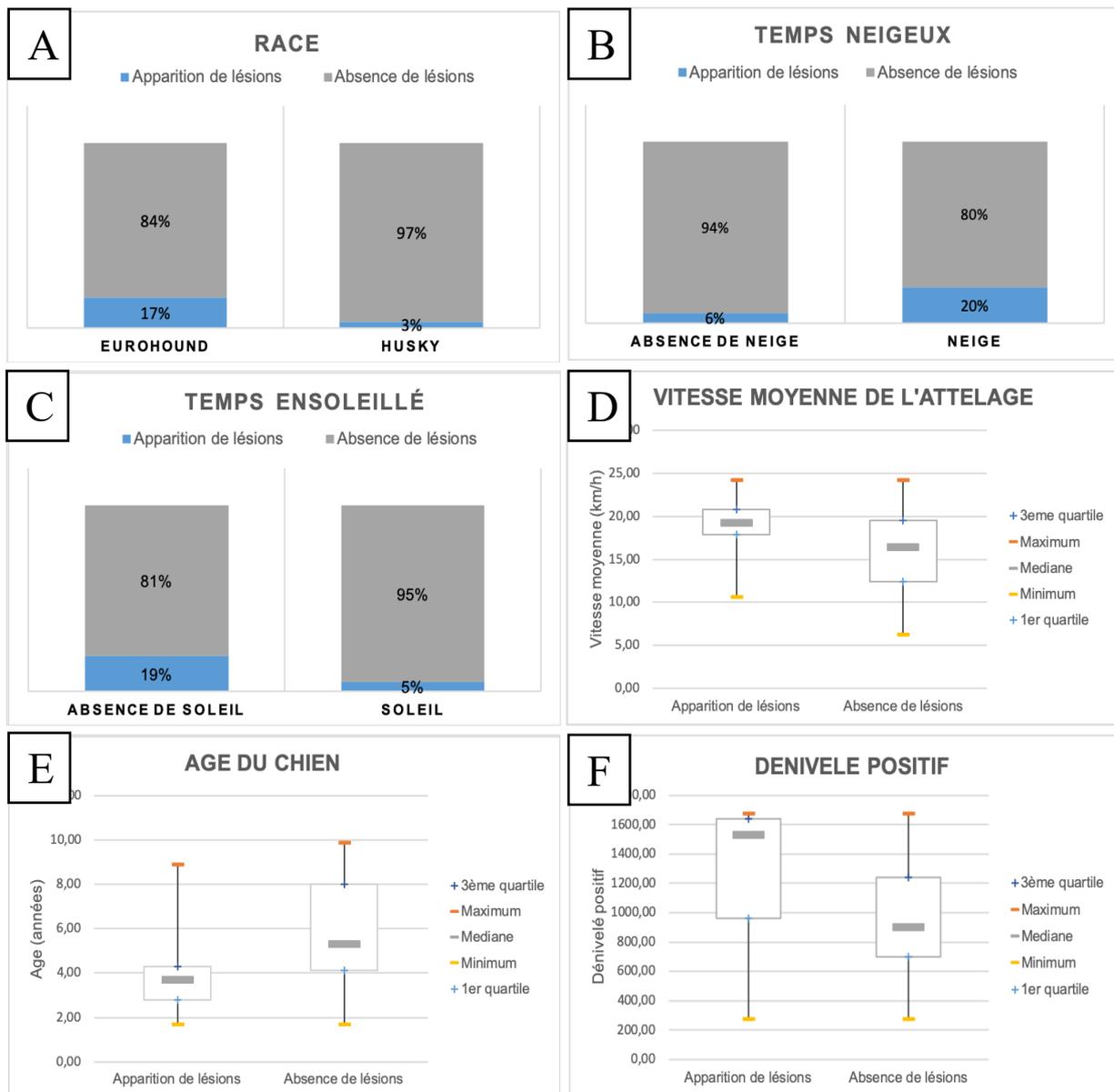


Figure 9 : Histogrammes illustrant l'influence (A) de la race, (B) d'un temps neigeux, (C) d'un temps ensoleillé, (D) de la vitesse moyenne de l'attelage, (E) de l'âge du chien et (F) du dénivelé positif sur l'apparition de dermatites interdigitées

La neige et le soleil sont deux variables colinéaires (facteur de corrélation : -0,86). Nous avons donc conservé la neige dans l'analyse multivariée qui est la variable associée à la p-value la plus basse dans l'analyse univariée.

En conclusion, les variables identifiées par l'analyse univariée qui ont été incluses dans la régression logistique sont les suivantes :

- Race
- Neige
- Vitesse moyenne au cours de l'étape

- Age du chien
- Dénivelé positif

2. Analyse multivariée

Suite à la sélection des variables, le modèle logistique final contient trois facteurs : neige, vitesse moyenne et âge, dont les OR sont présentés dans le tableau 4. La p-value du test d'Hosmer et Lemeshow est bien supérieure à 0,05 (p-value = 0,06) donc ce modèle est satisfaisant.

Variables	Modalités	OR	IC à 95%
Neige	Absente	Ref.	
	Présente	5,02	1,17 – 10,2
Vitesse Moyenne		1,17	1,05 – 1,29
Age		0,82	0,69 – 0,96

Tableau 4 : Odds Ratio des variables explicatives du modèle minimal "apparition de dermites interdigitées"

Le modèle final indique que pour une vitesse moyenne et un âge donnés, la probabilité d'apparition des dermites interdigitées augmente lorsqu'il neige (OR = 5,02 [1,17 – 10,2]). De même, pour un âge et des conditions de neige donnés, la probabilité d'apparition des dermites interdigitées augmente lorsque la vitesse moyenne (en km/h) augmente (OR = 1,17 [1,05 – 1,29]). Enfin, pour une vitesse moyenne et des conditions de neige données, la probabilité d'apparition des dermites interdigitées diminue lorsque l'âge augmente (OR = 0,82 [0,69 – 0,96]). Être un chien âgé est donc un facteur protecteur d'apparition de dermites interdigitées. En revanche, une vitesse moyenne élevée et une neige fraîche sont des facteurs de risques d'apparition de dermites interdigitées.

B. Guérison de dermites interdigitées

1. Analyses univariées

Comme décrit dans le tableau 3 et illustré en figure 10, l'analyse univariée a permis de montrer que la guérison des dermites interdigitées semble être plus fréquente chez les Huskies que chez les Eurohounds (63% VS 30%, p-value = 0,02) et en présence de neige molle plutôt que dure (61% VS 28%, p-value = 0,005) et lors des étapes à fort dénivelé positif (p-value = 0,009).

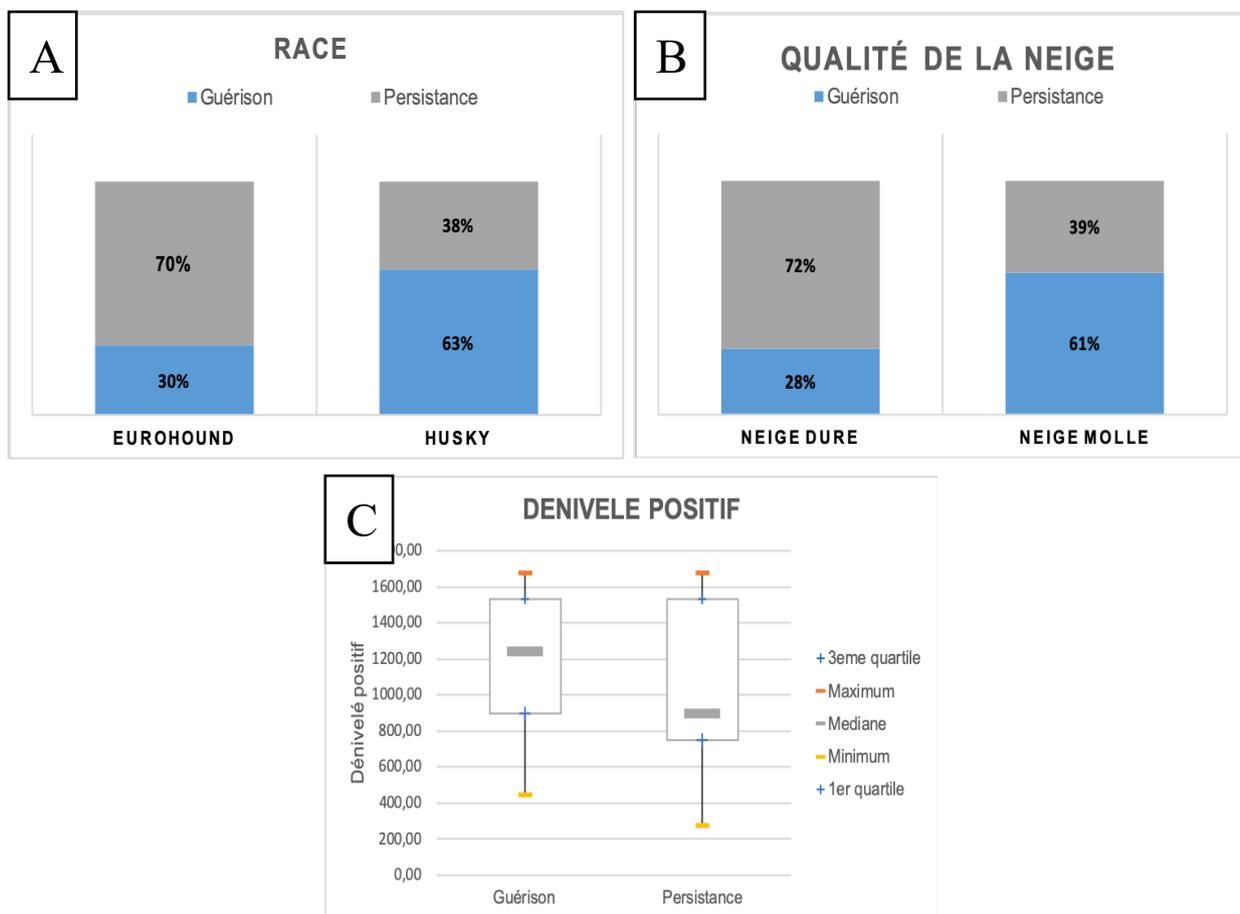


Figure 10 : Histogrammes illustrant l'influence (A) de la race, (B) de la qualité de la neige et (C) du dénivelé positif sur la guérison des dermites interdigitées

En conclusion, les variables identifiées par l'analyse univariée qui ont été incluses dans la régression logistique sont les suivantes :

- Race

- Qualité de la neige
- Dénivelé positif

2. Analyse multivariée

Suite à la sélection des variables, le modèle logistique final contient deux facteurs : race et qualité de la neige, dont les OR sont présentés dans le tableau 5. La p-value du test de Hosmer et Lemeshow est de 0,46 donc ce modèle est satisfaisant.

Variables	Modalités	OR	IC à 95%
Race	Eurohound	Ref.	
	Husky	5.07	1,66 – 15,45
Qualité Neige	Dure	Ref.	
	Molle	4.83	1,85 – 12,55

Tableau 5 : Odds Ratio des variables explicatives du modèle minimal "Guérison des dermites interdigitées"

Le modèle logistique indique que la race et la qualité de la neige sont des facteurs associés à la guérison de dermites interdigitées. En effet, pour une qualité de neige donnée, les dermites interdigitées guérissent significativement mieux chez les huskies (OR = 5,07 [1,66 – 15,45]). De même, pour une race donnée, les dermites interdigitées guérissent significativement mieux lorsque la neige est molle (OR = 4,83 [1,85 – 12,55]).

III. OCCURRENCE ET FACTEURS DE RISQUES DES BLESSURES TRAUMATIQUES DES COUSSINETS

A. Apparition de blessures traumatiques des coussinets

1. Analyses univariées

Comme décrit dans le tableau 6 et illustré en figure 11, l'analyse univariée a permis de montrer que l'apparition de blessures traumatiques des coussinets semble être plus fréquente chez les Huskies que chez les Eurohounds (9% VS 1%, p-value = 1.8e-04), chez les mâles que chez les femelles (6% VS 3%, p-value = 0,12), en absence de bottines plutôt qu'en présence (9% VS 2%, p-value = 0,04), chez les chiens entiers plutôt que stérilisés (5% VS 1%, p-value = 0,15), lorsque la vitesse moyenne de l'attelage est plus faible (p-value = 0,08) et lorsque la température extérieure est basse (p-value = 0,05).

Variables	Modalités	Absence de lésions	Apparition de lésions	p-value	Persistance de lésions	Guérison de lésions	p-value
Sexe	Mâle	221	14		71	18	
	Femelle	252	7	0,12	7	9	0,004
Race	Eurohound	295	4		19	6	
	Husky	178	17	1,8e-04	59	21	0,9
Stérilisation	Non	387	20		66	26	
	Oui	86	1	0,15**	12	1	0,17**
Port de bottines	Non	352	9		35	12	
	Oui	121	12	0,04	43	15	0,99
Temps Neigeux	Non	370	16		69	22	
	Oui	103	5	0,79**	9	5	0,34
Temps Ensoleillé	Non	127	8		16	8	
	Oui	346	13	0,38	62	16	0,48
Qualité de la Neige	Dure	367	18		70	22	
	Molle	106	3	0,59**	8	5	0,31**
Place dans l'attelage	0	188	9		17	15	
	1	77	2		10	5	
	2/3	147	6		14	11	
	4	61	4	0,77**	28	5	0,05**
Vitesse Moyenne (km/h)	Médiane	18,5	15,8		16,9	16,9	
	Q1 - Q3	15,5 – 20,3	14 – 17,7	0,08*	12,7 – 18,4	14 – 17,3	0,85*
Age (années)	Médiane	5,3	4,8		5,3	5,3	
	Q1 - Q3	2,8 – 6,7	2,8 – 6,7	0,47*	5 – 8,3	3,4 – 6,6	0,27*
Température (Celsius)	Médiane	-3	-4		-4	-2,5	
	Q1 - Q3	-5 – -1	-5 – -2,3	0,05*	-5 – -1	-5 – -1	0,4*
Dénivelé positif	Médiane	900	1530		900	1130	
	Q1 – Q3	750 - 1530	855 - 1530	0,88*	750 - 1530	877 - 1530	0,58*

Tableau 6 : Résultats des tests de chi2 ou de Fisher** pour les variables catégorielles et de Student* pour les variables continues concernant les blessures traumatiques des coussinets

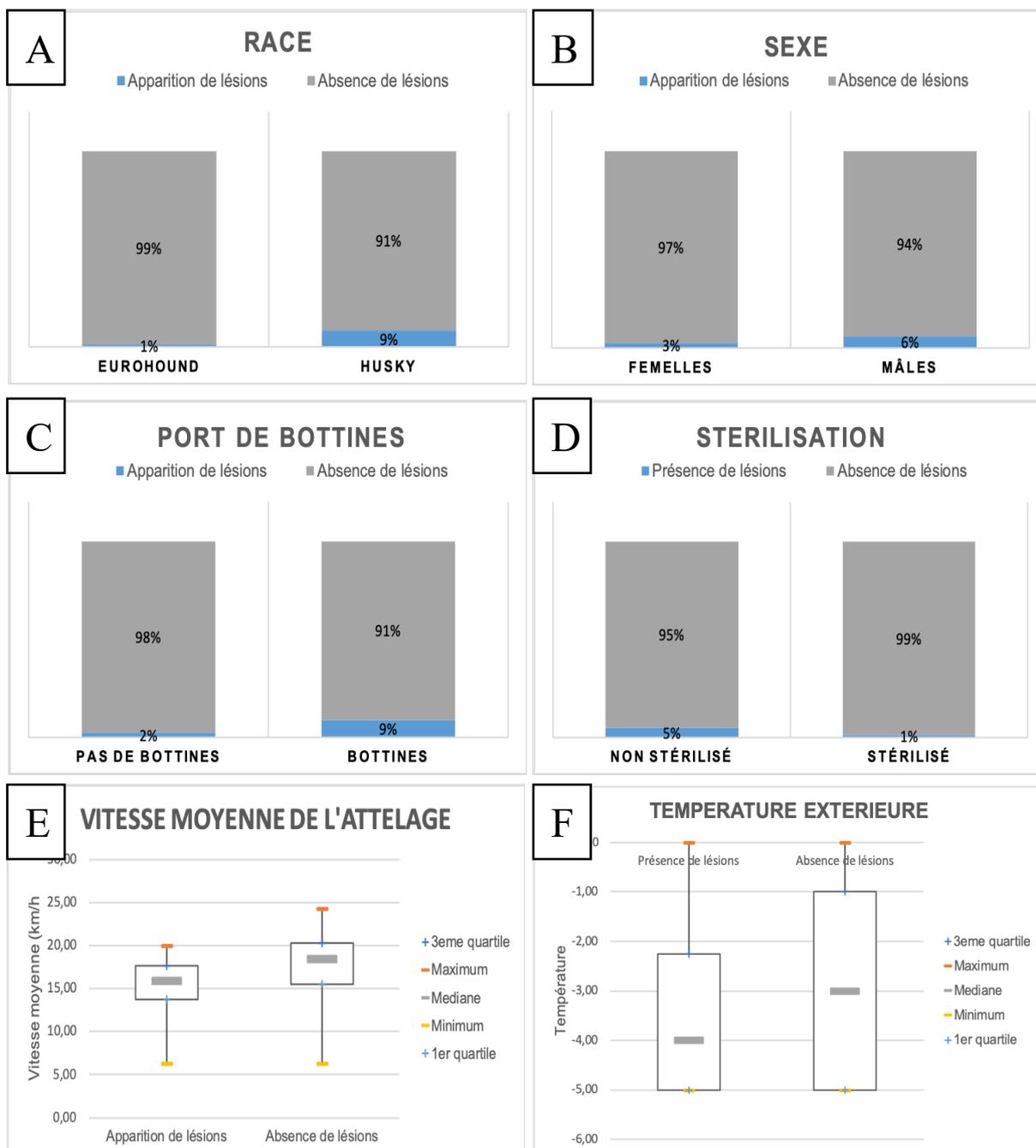


Figure 11 : Histogrammes illustrant l'influence (A) de la race, (B) du sexe, (C) du port de bottines, (D) de stérilisation, (E) de la vitesse moyenne de l'attelage et (F) de la température extérieure sur l'apparition de blessures traumatiques des coussinets

En conclusion, les variables identifiées par l'analyse univariée qui ont été incluses dans la régression logistique sont les suivantes :

- Race
- Sexe
- Port de bottines
- Stérilisation
- Vitesse moyenne de l'attelage

- Température extérieure

2. Analyse multivariée

Suite à la sélection des variables, le modèle logistique final contient trois facteurs : sexe, race, et port de bottines dont les OR sont présentés dans le tableau 7. La p-value du test de Hosmer et Lemeshow est de 0,994 donc ce modèle est satisfaisant.

Variables	Modalités	OR	IC à 95%
Sexe	Femelle	Ref.	
	Mâle	3.29	1,25 – 8,68
Race	Eurohound	Ref.	
	Husky	9.48	3,02 – 29,7
Bottines	Non	Ref.	
	Oui	2,79	1,12 – 6,99

Tableau 7 : Odds Ratio des variables explicatives du modèle minimal "apparition de blessures traumatiques des coussinets"

Pour une race et un port de bottines donnés, les blessures des coussinets apparaissent significativement plus chez les mâles (OR = 3,29 [1,25 – 8,68]). De même, pour un sexe et un port de bottines donnés, les blessures des coussinets apparaissent significativement plus chez les Huskies (OR = 9,48 [3,02 – 29,7]). Enfin, le facteur port de bottines est conservé dans notre modèle final. Pour un sexe et une race donnés, les blessures des coussinets apparaissent significativement plus chez les chiens qui portent des bottines (OR = 2,79 [1,12 – 6,99]).

B. Guérison des blessures traumatiques des coussinets

1. Analyses univariées

Comme décrit dans le tableau 6 et illustré en figure 12, l'analyse univariée a permis de montrer que la guérison de blessures traumatiques des coussinets semble être plus fréquente chez les femelles que chez les mâles (56% VS 20%, p-value =

0.004) et chez les chiens non stérilisés plutôt que stérilisés (28% VS 8%, p-value = 0,17). De plus, les chiens qui courent au milieu (places 2 et 3) guérissent mieux que les leaders (place 1) qui eux-mêmes guérissent mieux que les wheels (place 4). Les chiens qui ne courent pas (place 0) sont ceux qui présentent le pourcentage de guérison le plus élevé (p-value = 0,05)

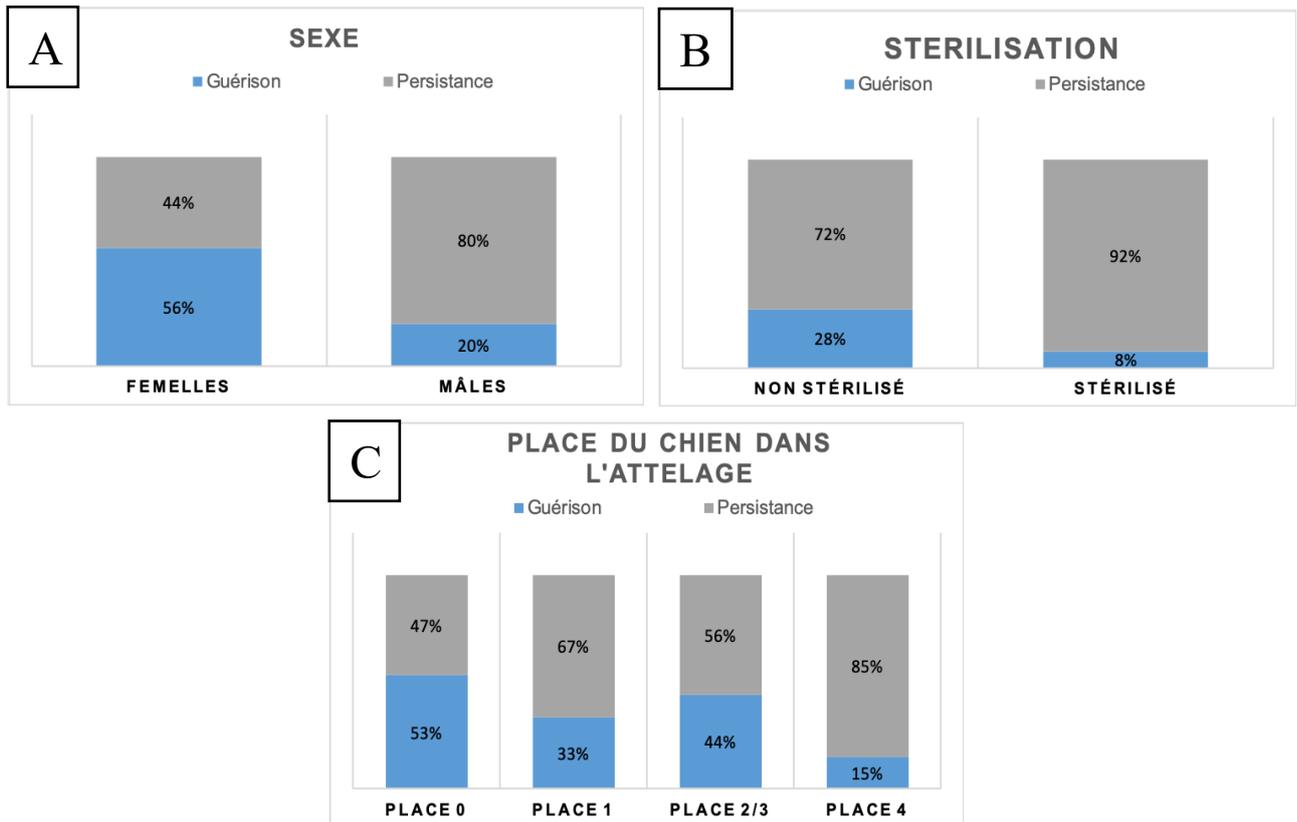


Figure 12 : Histogrammes illustrant l'influence (A) du sexe, (B) de la stérilisation et (C) de la place du chien dans l'attelage sur la guérison de blessures traumatiques des coussinets

En conclusion, les variables identifiées par l'analyse univariée qui ont été incluses dans la régression logistique sont les suivantes :

- Sexe
- Stérilisation
- Place du chien dans l'attelage

2. Analyse multivariée

Suite à la sélection des variables, le modèle logistique final ne contient qu'un facteur, le sexe dont l'OR est présenté dans le tableau 8. La p-value du test de Hosmer et Lemeshow est donc forcément de 1.

Variables	Modalités	OR	IC à 95%
Sexe	Femelle	Ref.	
	Mâle	0.23	0,07 – 0,72

Tableau 8 : Odds Ratio de la variable explicative du modèle minimal "guérison des blessures traumatiques des coussinets"

Il semblerait que les femelles guérissent mieux des blessures de coussinets que les mâles (OR = 0,23 [0,07- 0,72]).

IV. OCCURRENCE ET FACTEURS DE RISQUES DES DIARRHÉES D'EFFORTS

A. Apparition de diarrhées d'efforts

1. Analyses univariées

Comme décrit dans le tableau 9 et illustré en figure 13, l'analyse univariée a permis de montrer que l'apparition de diarrhées d'efforts semble être plus fréquente lorsque la neige est dure plutôt que molle (9% VS 0%, p-value = 0.00013), chez les Huskies plutôt que chez les Eurohounds (9% VS 6%, p-value = 0.19), chez le jeune chien (p-value = 0.2), lorsque la vitesse moyenne de l'attelage est élevée (p-value = 0.15) et lors de température extérieure élevée (p-value = 0.13).

Cependant, du fait qu'aucun chien n'a développé de diarrhée d'effort en présence de neige molle, le tableau de contingence de la variable qualité de la neige

contient une cellule avec un effectif nul (Tableau 9). Pour limiter l'instabilité du modèle logistique à cause de cet effectif nul, la variable qualité de la neige n'a pas été incluse dans l'analyse multivariée.

Variables	Modalités	Absence de lésions	Apparition de lésions	p-value	Persistance de lésions	Guérison de lésions	p-value
Sexe	Mâle	257	25		12	29	
	Femelle	238	15	0,26	4	18	0,38**
Race	Eurohound	262	26		4	32	
	Husky	233	14	0,19	13	15	0,003* *
Stérilisation	Non	406	35		16	41	
	Oui	89	5	0,51**	1	6	0,31**
Temps Neigeux	Non	391	16		12	41	
	Oui	104	5	0,89	4	6	0,26**
Temps Ensoleillé	Non	135	8		5	6	
	Oui	360	13	0,85	11	41	0,13**
Qualité de la Neige	Dure	382	40		15	37	
	Molle	113	0	1,3e-04**	1	10	0,26**
Place dans l'attelage	1	66	2		7	13	
	2/3	144	6		4	17	
	4	72	4	0,59	2	17	0,09**
Vitesse Moyenne (km/h)	Médiane	17,4	18,5		15,7	17,9	
	Q1 - Q3	15,4 – 20	16,9 – 20	0,15*	11,1 – 19,4	17,2 – 20,9	0,02*
Age (années)	Médiane	5	4,8		5,3	4,8	
	Q1 - Q3	2,8 – 6,7	2,8 – 5,3	0,2*	5 – 8,3	2,8 – 5,3	0,52*
Température (Celsius)	Médiane	-3	-3		-4	-4	
	Q1 - Q3	-5 – -1	-3 – -1	0,13*	-4 – -1	-5 – -2	0,37*
Dénivelé positif	Médiane	1020	750		900	900	
	Q1 – Q3	750 - 1530	700 - 1240	0,6*	580 - 1605	810 - 1530	0,68*

Tableau 9 : Résultats des tests de chi2 et de Fisher** pour les variables catégorielles et de Student* pour les variables continues concernant les diarrhées d'efforts.

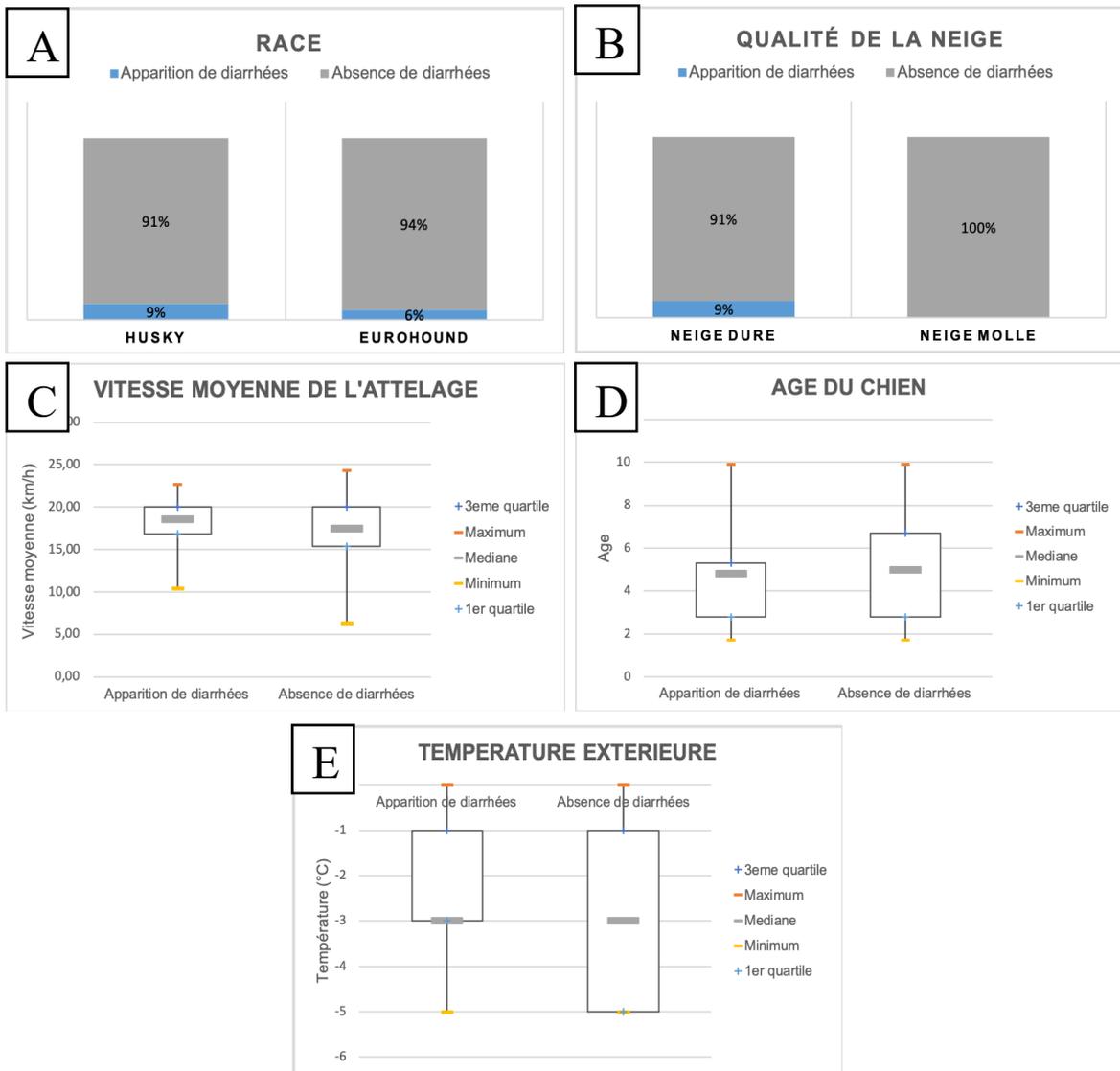


Figure 13 : Histogrammes illustrant l'influence (A) de la race, (B) de la qualité de la neige, (C) de la vitesse moyenne de l'attelage, (D) de l'âge du chien et (E) de la température extérieure sur l'apparition de diarrhées d'efforts

En conclusion, les variables identifiées par l'analyse univariée qui ont été incluses dans la régression logistique sont les suivantes :

- Race
- Vitesse moyenne de l'attelage
- Age du chien
- Température extérieure

2. Analyse multivariée

Suite à la sélection des variables, le modèle logistique final contient deux facteurs, la vitesse moyenne de l'attelage et la température extérieure dont les OR sont présentés dans le tableau 10. La p-value du test de Hosmer et Lemeshow est de 0,19 donc ce modèle est satisfaisant.

Variables	Modalités	OR	IC à 95%
Vitesse Moyenne	Variable continue	1,08	0,98 – 1,18
Température	Variable continue	1,16	0,97 – 1,4

Tableau 10 : Odds Ratio des variables explicatives du modèle minimal "Apparition de diarrhées d'efforts"

Les deux intervalles de confiance à 95% contiennent 1. Cela signifie que notre jeu de données ne permet pas de montrer de façon certaine une association entre les facteurs mais un signal fort ressort tout de même de ce modèle pour la température. En effet, lorsque la température augmente d'un degré, l'apparition de diarrhées d'efforts est plus importante (OR = 1,16 [0,97 – 1,4]). Cette observation serait certainement significative si nous augmentions notre population.

B. Guérison des diarrhées d'efforts

1. Analyses univariées

Comme décrit dans le tableau 9 et illustré en figure 14, l'analyse univariée a permis de montrer que la guérison des diarrhées d'efforts semble être plus fréquente chez les Eurohounds que chez les Huskies (89% VS 56%, p-value = 0,003), en présence d'un temps ensoleillé plutôt que nuageux (79% VS 55%, p-value = 0,13) et lorsque le chien court en wheel (place 4) plutôt qu'un team ou en swing (place 2) ou en leader (89% VS 81% et 65%, p-value = 0,09). Enfin, la guérison des diarrhées d'efforts semble être plus fréquente lorsque la vitesse de l'attelage augmente (p-value = 0,02).

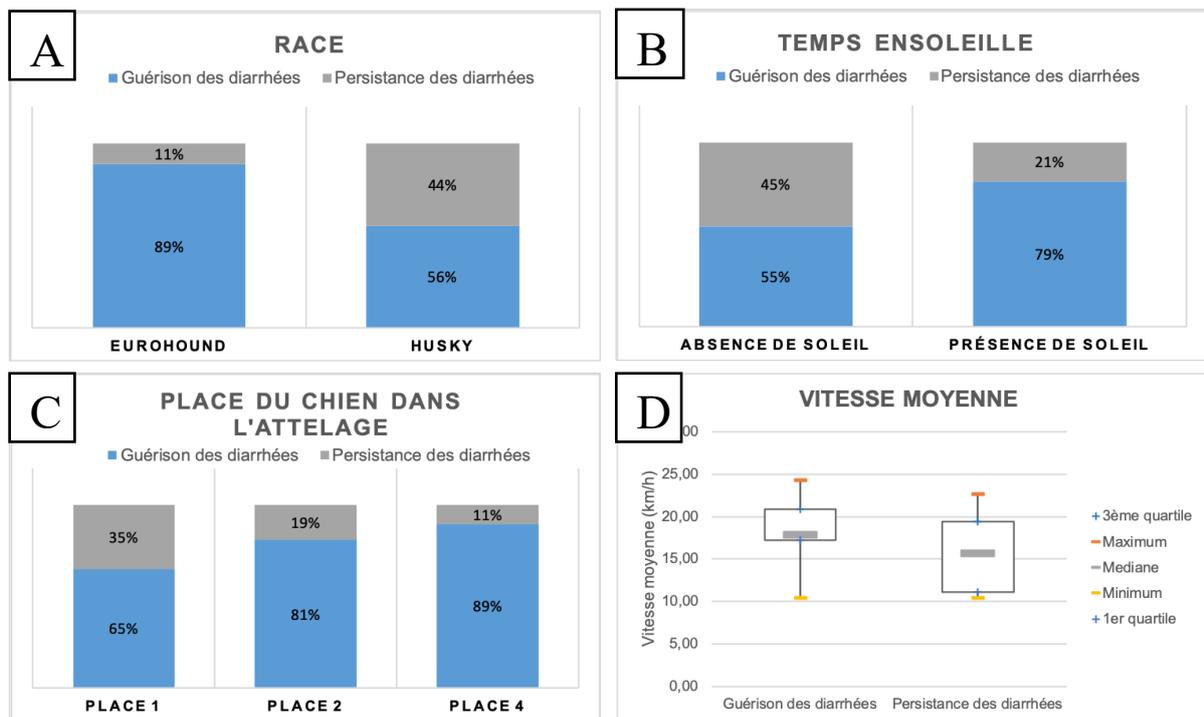


Figure 14 : Histogrammes illustrant l'influence (A) de la race, (B) d'un temps ensoleillé, (C) de la place du chien dans l'attelage et (D) de la vitesse moyenne de l'attelage sur la guérison de diarrhées d'efforts

La race et la vitesse moyenne sont deux variables colinéaires (facteur de corrélation : -0,72). Nous avons donc conservé la race dans l'analyse multivariée qui est la variable associée à la p-value la plus basse dans l'analyse univariée.

En conclusion, les variables identifiées par l'analyse univariée qui ont été incluses dans la régression logistique sont les suivantes :

- Race
- Soleil
- Place du chien dans l'attelage

2. Analyse multivariée

Suite à la sélection des variables, le modèle logistique final contient deux facteurs, la race et le soleil dont les OR sont présentés dans le tableau 11. La p-value du test de Hosmer et Lemeshow est de 0,99 donc ce modèle est satisfaisant.

Variables	Modalités	OR	IC à 95%
Race	Eurohound	Ref.	
	Husky	0.13	0,03 – 0,51
Soleil	Absent	Ref.	
	Présent	4.23	1,1 – 18,8

Tableau 11 : Odds Ratio de la variable explicative du modèle minimal "guérison des diarrhées d'efforts"

Pour une race donnée, la présence de soleil contribue significativement à la disparition des diarrhées d'efforts (OR = 4,23 [1,1 – 18,8]). De même, pour une condition météorologique donnée, les diarrhées d'efforts disparaissent significativement plus chez les Eurohounds que chez les Huskies (OR = 0,13 [0,03 – 0,51]).

Partie 4 : Discussion

I. LES FACTEURS DE RISQUES DES TROUBLES DE PERFORMANCE DES CHIENS DE TRAINEAUX

Le tableau 12 est une synthèse des variables conservées dans les modèles finaux qui indique s'il y a association entre le facteur de risque et la variable réponse. Trois facteurs ne sont jamais conservés dans les modèles multivariés finaux : stérilisé, place dans l'attelage et dénivelé.

Variables	Dermites interdigitées		Blessures des coussinets		Diarrhées d'efforts	
	Apparition	Guérison	Apparition	Guérison	Apparition	Guérison
Sexe			X	X		
Race		X	X			X
Bottines			X			
Neige	X					
Soleil						X
Qualité Neige		X				
Vitesse Moyenne	X				X	
Age	X					
T°C					X	

Tableau 12 : Synthèse des facteurs conservés dans les modèles finaux et leur association (X)

A. Le sexe du chien

Le facteur sexe est statistiquement associé à l'affection podale des coussinets que ce soit pour l'apparition ou la guérison des lésions. Nous avons pu montrer que les mâles sont plus sujets aux blessures des coussinets et en guérissent moins bien que les femelles. Cette différence observée dans notre étude n'est pas décrite dans la

littérature. Seules quelques études traitent de la différence de performance entre les sexes. Une étude conduite durant l'Iditarod a ainsi montré que le sexe n'avait pas d'influence sur la capacité de l'attelage à terminer la course (Constable et al., 1996), tandis qu'une autre étude a montré que les femelles avaient tendance (p -value = 0,09) à développer plus de blessures aux épaules que les mâles (Pfeil et al., 2015). Enfin, lors d'une étude rétrospective sur quatre saisons d'attelage, les mâles ont présenté plus de fractures des membres que les femelles qui sont plus légères (Stoliker et al., 1976). Cette différence de poids pourrait également expliquer nos observations (plus grand nombre de lésions des coussinets et guérison plus lente chez les mâles).

B. La race

La race a une influence sur les trois affections que nous avons étudiées. Les Huskies de Sibérie guérissent mieux des dermites interdigitées mais sont plus sujets aux blessures traumatiques des coussinets que les Eurohounds. Cette différence était nettement observable sur le terrain. La présence de poils interdigités très fournis limite l'évacuation des microcristaux abrasifs vers l'espace interdigité. Ceux-ci restent donc à la surface de la patte, ce qui favorise l'apparition de lésions des coussinets. Au contraire, chez les Eurohounds les microcristaux se logent entre les doigts car il y a beaucoup moins de poils protecteur. Dans la littérature, il n'existe pas d'études semblables pour confirmer nos propos. Il est seulement possible de faire des génotypes pour déterminer si le chien a un profil génétique de vitesse ou d'endurance (Huson et al., 2010) mais rien n'a encore été fait sur la sensibilité des pattes.

Par ailleurs, nous avons constaté que les Eurohounds guérissaient mieux que les Huskies de diarrhées d'efforts. Ce résultat est surprenant car les Huskies sont réputés pour leur capacité à supporter un effort intense (courses d'endurance notamment). Cependant ils montrent aussi plus de stress et d'excitation sur la ligne de départ notamment. Il est possible que cela engendre une libération d'hormones CRF qui induit des diarrhées de stress.

C. Le port de bottines

Contre-intuitivement, d'après notre étude, porter des bottines favoriserait l'apparition de blessures traumatiques des coussinets, alors qu'elles sont généralement utilisées comme moyens de protection et de prévention.

Leur utilisation est d'ailleurs de plus en plus controversée dans le monde du mushing. Ainsi, en cas de neige fraîche et abondante, les mushers tendent à éviter le port de bottines. La neige peut en effet s'accumuler dans les bottines si celles-ci se desserrent et donc favoriser l'apparition de blessures des coussinets.

Aucune étude n'a été réalisée sur l'utilité du port de bottines. Notons que nous avons choisi d'étudier le facteur port de bottines seul, sans prendre en compte les traitements locaux (onguents, graisses) que les mushers associent généralement à la protection textile lors de blessures des coussinets. Aux dires des mushers, la matière dans laquelle sont confectionnées les bottines semblerait également influencer sur l'apparition de ces lésions.

D. La neige

Les chutes de neige représentent un facteur de risque d'apparition de dermatites interdigitées. La neige est corrélée négativement au soleil en ce qui concerne l'apparition des dermatites interdigitées (un faible ensoleillement et un temps neigeux favorisent leur apparition). Une neige fraîche forme rapidement des microcristaux qui sont vulnérants pour les espaces interdigités. Il n'y a pas d'études sur l'impact d'un temps neigeux sur les dermatites interdigitées.

E. Le soleil

Un temps ensoleillé favorise la guérison des diarrhées d'efforts. Il est difficile de trouver une explication à cette observation. Aucune étude ne traite de ce sujet. Nous pouvons émettre l'hypothèse que, lors d'ensoleillement prononcé, la neige à la surface de la piste (et donc susceptible d'être ingérée par les chiens) est moins délabrante pour leur appareil digestif car moins solide et moins froide. Les lésions occasionnées seraient donc moins importantes et guériraient plus rapidement.

F. La qualité de la neige

La guérison des dermites interdigitées est conditionnée par la qualité de la neige. Ici une neige molle serait un facteur favorisant la guérison des dermites interdigitées. Une neige dure est en effet plus propice à la formation de microcristaux vulnérants susceptibles d'entraîner des lésions importantes et plus difficiles à guérir, à l'inverse d'une neige plus molle.

Une thèse conduite lors de la Grande Odyssée 2008 a montré qu'une neige dure engendrait plus de traumatismes qu'une neige molle. Cette observation n'est pas propre aux affections podales mais regroupe tous les traumatismes orthopédiques en général (Rebert, Grandjean, 2011).

Cependant, une étude conduite sur des Alaskans Huskies après une course de 274 kilomètres a montré qu'une neige humide à température plus élevée est plus vulnérante pour les coussinets qu'une neige dure et crouteuse à température plus basse (Bradley et al., 1996). Les observations de notre étude ne sont pas tout à fait les mêmes mais les deux études n'utilisent pas les mêmes méthodes pour grader la sévérité des blessures. Il serait intéressant de continuer les recherches sur ce sujet et ainsi adapter la gestion des pattes en fonction du type de neige.

G. La vitesse moyenne

La vitesse moyenne est associée positivement à l'apparition de dermites interdigitées et négativement à l'apparition de diarrhées d'efforts.

Nos résultats suggèrent que plus les chiens vont vite sur une étape, plus ils ont de risques de développer des dermites interdigitées. La seule autre étude évoquant l'impact de la vitesse de course sur l'intégrité physique des chiens traite de blessures à l'épaule. Menée sur 989 chiens ayant couru 1600 kilomètres durant l'Iditarod 2011, elle montre que leur nombre augmente avec la vitesse (Pfeil et al., 2015). Nos observations peuvent s'expliquer par le fait que plus les chiens courent vite, plus les impacts et les frottements au sol sont violents, ce qui augmente l'abrasion au niveau des espaces interdigitées.

L'apparition de diarrhées d'effort est quant à elle plus rare en cas de vitesse moyenne élevée, même si l'OR de ce facteur est associé à un intervalle de confiance

contenant la valeur 1. Ce résultat est surprenant car il a été démontré qu'un effort physique intense engendre des diarrhées (Grandjean, 1995). Nous nous attendions donc à ce que les diarrhées d'efforts soient plus fréquentes lorsque les chiens courent à un rythme soutenu. La seule explication qui nous paraît pouvoir justifier cette association est que les chiens d'attelages à vitesse élevée ont moins de temps pour ingérer de la neige, et donc moins de risque de développer des diarrhées liés à l'ingestion de neige froide.

H. Age

L'âge est corrélé négativement à l'apparition de dermites interdigitées. Ainsi, un chien plus âgé présente moins de risques de développer des dermites interdigitées qu'un chien plus jeune. De même, il a été montré qu'un jeune chien est plus souvent droppé⁵ pour lésions musculo-squelettiques qu'un chien plus âgé (Pfeil et al., 2015).

L'entraînement pour les chiens de traîneaux commence entre 7 et 9 mois. Les chiens sont considérés comme vétérans expérimentés à l'âge de 4 ans. Il est probable que les espaces interdigités des chiens s'endurcissent avec l'âge et que l'expérience acquise leur permette de sélectionner les sols sur lesquels ils courent pour préserver leurs pattes.

I. Température ambiante

Le facteur température est corrélé positivement à l'apparition de diarrhées d'efforts : lorsque la température extérieure augmente, le nombre de diarrhées d'efforts est plus important. Il est à noter que l'intervalle de confiance de l'odds ratio contient 1 donc cette association n'est pas réellement statistiquement significative (au risque α de 5%), sans doute du fait d'un défaut de puissance du modèle (taille d'échantillon limitée). Les variations de température durant la LGO ont été minimales (-5°C à 0°C) mais il serait intéressant d'étudier ce paramètre lors de courses comme

⁵ Terme anglais utilisé dans le monde du mushing qui désigne l'acte d'exclure temporairement ou définitivement un chien de la course

l'Iditarod au Canada ou la Yukon Quest en Alaska pour lesquelles les écarts de températures sont beaucoup plus marqués (-5°C à -45°C).

J. Les autres facteurs

Nous avons détaillé les résultats de l'étude des facteurs conservés par les modèles multivariés. Cependant il reste trois facteurs (place dans l'attelage, dénivelé positif et stérilisation) qui ne sont pas sélectionnés par les régressions logistiques mais dont certains résultats concernant les analyses univariées sont intéressants.

1. Place du chien dans l'attelage

Pour ce facteur les p-values ne sont jamais inférieures à 0,05 mais elles en sont très proches pour la guérison des blessures des coussinets (p-value = 0,05) et pour la guérison des diarrhées d'efforts (p-value = 0,09). Nous avons tout de même choisi d'en parler car c'est un facteur qui n'a pas encore été étudié et si le nombre de chiens était supérieur, une association statistiquement significative serait très probable.

Notre étude montre que les chiens qui courent en team et en swing guérissent mieux des blessures traumatiques des coussinets que les leaders et les wheels. Les places de leader et de wheel demandent de développer plus de force physique car les leaders relancent régulièrement l'attelage et les wheels sont ceux qui supportent tous les chocs engendrés par le traineau. De plus, les chiens qui courent en leader présentent souvent des diarrhées d'efforts. La place de leader est connue pour être la plus stressante, et comme nous l'avons vu dans la première partie, le stress engendre des diarrhées.

Il serait donc très intéressant de continuer les recherches sur ce facteur pour pratiquer ensuite une prévention raisonnée. Elle passerait par exemple par l'utilisation de smectite ou de préparations d'extraits de plantes standardisées (EPS) en prévention chez les leaders et les wheels.

2. Dénivelé positif

Lorsque le dénivelé positif par étapes est important, le nombre de dermites interdigitées semble augmenter d'après l'analyse univariée. Il serait donc intéressant de l'étudier de façon plus précise car il n'existe pas encore de littérature à ce sujet. Nous pourrions supposer que le fait de courir en montée augmente la pression appliquée sur le sol par le chien. Les microcristaux de neige vulnérants s'enfonceraient donc plus facilement au niveau des espaces interdigités malgré les poils protecteurs.

II. PERSPECTIVE SUR LA GESTION DES AFFECTIONS PODALES ET DIGESTIVES SUR UNE COURSE DE MOYENNE DISTANCE

A. Prévention des dermites interdigitées

Les chiens les plus à risques de développer des dermites interdigitées sont les chiens de race Eurohound, jeunes, qui courent à une vitesse élevée, par temps neigeux.

Les Eurohounds étant plus sujets aux dermites interdigitées que les Huskies, il serait judicieux d'accentuer la prévention sur cette race. Prévention génétique d'abord, par la sélection de lignées de chiens ayant des espaces interdigités peu fragiles. Prévention mécanique ensuite, en évitant les entraînements sur terrains caillouteux ou goudronnés, ou en utilisant des onguents ou des graisses (Dermoscent Biobalm®, Honeyderm®, WinterPad®, Elementvet®, etc...) sur toutes les pattes avant et après l'épreuve. Si la blessure dépasse le stade 1, un produit comme du Cicafolia®, du Phloxgel®, du Cicavet® ou du miel peut être appliqué. Une thèse vétérinaire est en cours pour étudier l'efficacité du Dermoscent Biobalm® sur les affections podales du chien de traîneaux.

Par ailleurs, les jeunes chiens sont plus sujets à l'apparition de dermites interdigitées. Lors de parcours à risque, l'idéal serait donc de faire courir préférentiellement les chiens les plus âgés.

Il est également important de renforcer les moyens de protection des pattes lors d'une étape par temps neigeux et sur parcours rapide, et de privilégier les chiens les plus âgés sur ce type de parcours.

B. Prévention des blessures traumatiques des coussinets

Les blessures traumatiques des coussinets sont moins présentes que les dermites interdigitées mais ne doivent pas être négligées pour autant. Un Husky de Sibérie, mâle, portant des bottines est le chien le plus susceptible de développer cette pathologie. Il est important de graisser tous les coussinets avant le départ en privilégiant les Huskies de Sibérie mâles et de traiter dès les premières fissures (stade 1) avec de la super glue, des patches ou des onguents à répétition sur peau sèche.

Un des résultats surprenants de cette thèse est que le port de bottines favoriserait l'apparition de blessures des coussinets. Une utilisation raisonnée du port de bottines serait donc conseillée. Elle semble nécessaire en début de saison car les coussinets sont très fragiles mais moins en période de course sur de légères blessures. La prévention débute dès les premiers entraînements en commençant par des séances progressives sur terrain souple. Elle passe également par l'emploi de solutions graissantes (Biobalm®, vaseline, argile verte...) puis tannantes comme l'acide picrique dilué (Rebert, Grandjean, 2011), (Chevallier, 2013). L'acide picrique doit être utilisé dilué car c'est un puissant durcissant et peut provoquer un assèchement trop important du coussinet. L'utilisation de graisse quelques jours après la solution tannante peut être nécessaire. Progressivement, il est ensuite possible de se diriger vers des sols plus abrasifs pour endurcir les coussinets.

Bien que nous n'ayons pas traité l'interaction entre le port de bottines et la race du chien, ce sont deux facteurs de risques d'apparition de blessures des coussinets. Ainsi pour les Huskies de Sibérie il serait peut-être judicieux d'insister sur le graissage des coussinets et d'éviter le port de bottines sur des blessures minimes.

C. Prévention des diarrhées d'efforts

Les diarrhées d'efforts sont inévitables sur ce type de course. Un chien de race Eurohound qui court par temps ensoleillé est le plus susceptible d'en guérir facilement.

Nous pouvons supposer que les Eurohounds sont moins sensibles au stress ou possèdent un appareil digestif plus résistant. Il serait intéressant de travailler sur l'éducation des Huskies, leur apprendre à garder leur calme au départ et à modérer leur « Will to go⁶ ». Nous avons remarqué que les Eurohounds de notre étude étaient beaucoup plus calmes sur la ligne de départ que les Huskies donc sûrement moins stressés.

L'utilisation de smectite en préventif et curatif peut être une solution, en privilégiant les chiens stressés de race Husky de Sibérie (Grandjean, 1992) lorsque le temps est couvert. En cas d'apparition d'ulcères, un traitement à l'oméprazole est nécessaire mais entraîne une exclusion définitive du chien (Davis et al., 2003).

Enfin, notre jeu de données n'étant pas assez puissant nous n'avons pas pu réellement montrer que la place du chien dans l'attelage était un facteur de risque. Cependant, nous avons des résultats prometteurs qui nous permettent de formuler des hypothèses. La place de Leader est stressante, ce qui pourrait compliquer la guérison d'éventuelles diarrhées d'efforts. Les leaders sont donc des chiens à suivre de près et sur lesquels il faudra agir rapidement dès l'apparition des premiers signes cliniques.

D. Des recherches à poursuivre

Cette étude a mis en avant plusieurs facteurs de risques aux lésions que nous avons sélectionnées, mais elle ne suffit pas à elle seule à prouver qu'ils sont déterminants. Une étude plus poussée sur l'utilisation de bottines, en fonction des pathologies et de la matière utilisée serait nécessaire car nos résultats remettent en cause leur rôle protecteur pour les coussinets. Ensuite, il serait intéressant de continuer d'investiguer l'influence de la place des chiens dans l'attelage car nous avons des résultats intéressants en analyse univariée mais que nous ne retrouvons pas dans notre modèle multivarié. Enfin, les traitements et l'alimentation sont des facteurs qui n'ont pas été pris en compte ici mais qu'il faudra envisager d'étudier par la suite.

⁶ Terme anglais utilisé par les mushers pour désigner le désir qu'à le chien d'aller de l'avant

III. LIMITES METHODOLOGIQUES DE L'ENQUETE

Un biais, en épidémiologie, se définit comme une erreur systématique qui s'introduit dans une enquête et qui modifie les résultats.

Lorsque l'on conduit une enquête transversale, nous devons nous limiter à l'étude de maladies pour lesquelles la prévalence est un indicateur intéressant, ce qui est le cas des pathologies à la fois fréquentes et à caractère chronique, comme certaines affections podales ou intestinales ici.

Par ailleurs la temporalité entre l'exposition au facteur de risque étudié et la survenue de la pathologie peut être difficile à établir. De ce fait, une limite majeure de ces enquêtes réside dans la difficulté d'établir une relation causale (Bouyer, 2007) et dans les biais de sélection.

A. Les biais de sélection

On parle de biais de sélection lorsque les sujets sélectionnés pour participer à l'enquête ne sont pas représentatifs des populations que l'on souhaite étudier. Ils ne permettent donc pas de répondre aux questions posées dans le protocole. Le risque de biais de sélection est considérable dans les études transversales.

Dans notre étude, le premier biais est celui du recrutement sur la base du volontariat. L'idéal aurait été de faire un échantillonnage aléatoire mais l'enquête demandait trop d'investissement de la part des mushers pour faire un tirage au sort sur les chiens en course. Grâce à cette sélection basée sur le volontariat, les mushers se sont impliqués dans l'étude mais il se peut que cet échantillonnage ne soit pas totalement représentatif du chien de traineau en compétition. En effet, les mushers volontaires sont des mushers qui prennent soin de leurs chiens, curieux de connaître les dernières recommandations et progrès scientifiques. Cette sélection nous a permis d'assurer un suivi scientifique rigoureux des chiens. Les mushers devaient nous informer chaque jour de l'état de santé de leurs chiens (diarrhée, anorexie, abattement, etc..) et nous pouvions leur faire confiance. Cependant, nous ne pouvons pas exclure totalement le biais de non réponse ou mauvais suivi car il se peut que des informations

(comme par exemple des diarrhées durant la course) aient été omises par manque de temps ou oubli du musher. Pour pallier à ce biais, chaque musher était interrogé à la fin de chaque étape pour connaître son déroulé.

Enfin le dernier biais de sélection concerne la race. Nous n'avons étudié que deux races de chiens sur les trois présentes sur la course mais aucun musher ayant des Alaskans Huskies n'a souhaité participer à notre étude. L'idéal aurait été de contacter un par un les mushers concernés pour leur demander de participer en soulignant la nécessité d'étudier aussi l'Alaskan Husky.

B. Les biais de mesure

Un biais de mesure est une différence systématique dans la façon dont a été recueillie l'information concernant la maladie ou l'exposition. On parle de biais de classement pour les variables catégorielles (Bouyer, 2007).

Il est possible qu'un biais de mesure lié aux enquêteurs ait été présent. En effet, nous étions quatre enquêteurs à recueillir les données et à grader les affections podales et les diarrhées chaque jour. Cependant, nous avons essayé de limiter au maximum ce biais en utilisant une grille de notation commune pour la gradation des affections et limiter l'interprétation subjective des lésions. L'idéal aurait été de grader les premières affections podales ensemble pour éviter les erreurs ensuite. Malheureusement nous ne disposions pas du temps pour le faire.

Le biais de jugement est aussi à noter. Chaque enquêteur a suivi le même groupe de chiens pendant les deux semaines de courses. Les mêmes chiens étaient observés plusieurs fois par la même personne, il se peut ainsi qu'avec l'habitude son jugement soit biaisé. Dès que cela était possible, nous étions deux enquêteurs pour essayer de pallier à ce biais de jugement.

Pour finir, comme évoqué précédemment, les mushers étaient chargés de nous communiquer les informations concernant l'état de santé des chiens quotidiennement. Cela induit un biais de prévarication. Un enquêteur était systématiquement présent sur la ligne d'arrivée, mais nous ne pouvions suivre les chiens pendant la course. Nous devions donc nous en remettre à la bonne foi des mushers pour apprécier la survenue de lésions (diarrhée d'efforts notamment) en course.

C. Prise en compte du traitement des affections

Pour terminer, nous devons évoquer les traitements des affections, que nous avons négligés. En effet, les mushers utilisent des mesures de prévention ou des traitements pour les pathologies les plus fréquentes et ces mesures diffèrent d'un musher à l'autre. La prévention spécifique des problèmes podaux passe notamment par l'utilisation d'onguents à base de pommade grasse. Certains mushers graissent toutes les pattes avant la course, d'autres seulement les plus fragiles. Pour les diarrhées, les chiens reçoivent parfois de la smectite ou des probiotiques en prévention ou en traitement.

Nous sommes conscients que ne pas prendre en compte ces traitements induit un réel biais dans notre étude. Mais sur le terrain nous pouvons difficilement connaître avec exactitude tous les traitements mis en place au quotidien par chaque musher sur chaque chien.

CONCLUSION

La pratique du chien de traineau en compétition est un sport canin de haut niveau qui nécessite une prise en charge des chiens comme de réels athlètes. De ce fait, le chien de sport est un modèle de plus en plus étudié.

Dans cette étude portant sur 61 chiens de race Husky de Sibérie et Eurohounds, nous avons mis en avant des facteurs de risques d'apparition de lésions podales et digestives, qui sont les lésions les plus fréquemment rencontrées sur une course comme la Grande Odyssée. La particularité de cette course, par sa longueur et ses dénivelés, nous a permis d'étudier plusieurs facteurs. Nous nous sommes concentrés sur les dermites interdigitées, les blessures traumatiques des coussinets et les diarrhées d'efforts.

Cette étude rejoint et complète une étude menée sur la Grande Odyssée 2008. Ainsi, le port de bottines a été identifié comme un facteur de risque d'apparition de blessures des coussinets, les jeunes chiens développent plus facilement des dermites interdigitées et les Eurohounds sont plus fragiles au niveau des espaces interdigités que les Huskies de Sibérie et guérissent mieux des diarrhées d'efforts.

Cette étude représente une des premières analyses des facteurs de risques relatifs aux pathologies des chiens de traineaux au travail.

Pour aller plus loin, les facteurs comme l'alimentation, l'entraînement, le nombre de courses dans la saison et les traitements reçus par les chiens méritent eux aussi d'être étudiés.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

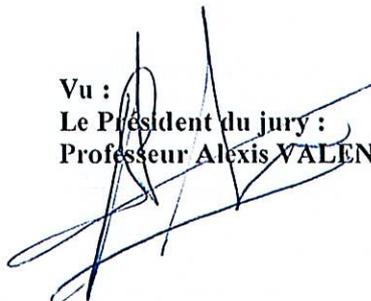
En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussigné, Timothée VERGNE, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de Marie SIGOGNEAU intitulée « Étude observationnelle des facteurs de risques des troubles de performance des chiens de traîneaux lors de la Grande Odysée 2019 » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 06/09/2019
Docteur Timothée VERGNE
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Alexis VALENTIN



Vu :
Le Directeur par intérim de l'Ecole
Nationale Vétérinaire de Toulouse
Frédéric BOUSQUET

Par déléguation,


Caroline LAGROUX
Directrice de l'enseignement
et de la vie étudiante

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

Par délégué

Richard Guilet

Mme Marie SIGOGNEAU
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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALBERT, Nicolas, 2006. Affections des griffes chez les carnivores domestiques. 2006. p. 140.

BENAVENT, 2001. *Tests statistiques*. janvier 2001. IAE de Lille.

BOUYER, J, 2007. *Épidémiologie : principes et méthodes quantitatives*. Paris : Editions INSERM. ISBN 978-2-85598-640-1.

BRADLEY, Dino M., SWAIM, Steven F., VAUGHN, Dana M., POWERS, Robert D., MCGUIRE, John A., REINHART, Gregory A., BURR, John et SWENSON, Rick A., 1996. Biochemical and histopathological evaluation of changes in sled dog paw skin associated with physical stress and cold temperatures. In : *Veterinary Dermatology*. 1 décembre 1996. Vol. 7, n° 4, p. 203-208.

BRUGERE, Hubert, 1991. Physiopathologie des affections due au stress chez le chien de sport. *Recueil de Médecine Vétérinaire*. p. 635-645.

BUGNARD, Corail, 2016. *LES CHIENS NORDIQUES DE TRAINAUX DE COURSES LONGUES DISTANCES : HISTOIRE ET EVOLUTION*. Thèse d'exercice. Ecole nationale vétérinaire de Lyon.

CANTOR, G. H., NELSON, S., VANEK, J. A., EVERMANN, J. F., ERIKS, I. S., BASARABA, R. J. et BESSER, T. E., 1997. Salmonella shedding in racing sled dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation: Official Publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc.* octobre 1997. Vol. 9, n° 4, p. 447-448

CHEVALLIER, Grain, 2013. *LE CHIEN DE TRAIT, D'HIER À AUJOURD'HUI* Thèse d'exercice. VETAGRO SUP.

CONSTABLE, P. D., HINCHCLIFF, K. W., FARRIS, J. et SCHMIDT, K. E., 1996. Factors associated with finishing status for dogs competing in a long-distance sled race. In : *Journal of the American Veterinary Medical Association*. mars 1996. Vol. 208, n° 6, p. 879-882.

DAVIS, M. S., WILLARD, M. D., NELSON, S. L., MCCULLOUGH, S. M., MANDSAGER, R. E., ROBERTS, J. et PAYTON, M. E., 2003. Efficacy of Omeprazole for the Prevention of Exercise-Induced Gastritis in Racing Alaskan Sled Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2003. Vol. 17, n° 2, p. 163-166.

DAVIS, Michael, ROYER, Christopher M, WILLARD, Michael, WILLIAMSON, Katherine, STEINER, Jörg M, WILLIAMS, David A et DAVIS, Michael, 2005. Exercise stress, intestinal permeability and gastric ulceration in racing Alaskan sled dogs. *Equine and Comparative Exercise Physiology*. 1 février 2005. Vol. 2, n° 1, p. 53-59.

DAVIS, Michael S. et WILLIAMSON, Katherine K., 2016. Gastritis and Gastric Ulcers in Working Dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2016. Vol. 3, p. 30.

DOHOO, WAYNE MARTIN et HENRIK STRYHN, 2009. *Veterinary Epidemiologic Research*.

FERGESTAD, Marte Ekeland, JAHR, Tuva Holt, KRONTVEIT, Randi I. et SKANCKE, Ellen, 2016. Serum concentration of gastrin, cortisol and C-reactive protein in a group of Norwegian sled dogs during training and after endurance racing: a prospective cohort study. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 26 avril 2016. Vol. 58, p. 24.

GIL, S. M., YAZAKI, E. et EVANS, D. F., 1998. Aetiology of running-related gastrointestinal dysfunction. How far is the finishing line? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*. décembre 1998. Vol. 26, n° 6, p. 365-378

GRANDJEAN, Dominique, 1992. Intérêt de la smectite dans les diarrhées aiguës du chien de traîneau. *Recueil de médecine vétérinaire*. p. 323-329.

GRANDJEAN, Dominique, 1995. Pathologie du chien de sport. *Le Point Vétérinaire*. 1995. Vol. 27, n° 171, p. 607-616.

GRANDJEAN, Dominique et SEPT, R.J, 1991. Spécificités pathologiques du chien de traîneau en situation de course. *Recueil de médecine vétérinaire*. p. 763-773.

GUE, M, 1988. Stress et troubles digestifs. *Recueil de Médecine Vétérinaire*. p. 773-778.

HUSON, Heather J., PARKER, Heidi G., RUNSTADLER, Jonathan et OSTRANDER, Elaine A., 2010. A genetic dissection of breed composition and performance enhancement in the Alaskan sled dog. *BMC Genetics*. 22 juillet 2010. Vol. 11, n° 1, p. 71

HUTTON, W. C., FREEMAN, M. a. R. et SWANSON, S. a. V., 1969. The Forces Exerted by the Pads of the Walking Dog. *Journal of Small Animal Practice*. 1 février 1969. Vol. 10, n° 2, p. 71-77.

LE BOUAR, Morgane, 2012. *Fréquence quotidienne des défécations chez le chien*.

MCKENZIE, E., RIEHL, J., BANSE, H., KASS, P. H., JR, S. Nelson et MARKS, S. L., 2010. Prevalence of Diarrhea and Enteropathogens in Racing Sled Dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2010. Vol. 24, n° 1, p. 97-103.

PALS, Kay L., CHANG, Ray-Tai, RYAN, Alan J. et GISOLFI, Carl V., 1997. Effect of running intensity on intestinal permeability. *Journal of Applied Physiology*. 1 février 1997. Vol. 82, n° 2, p. 571-576.

PELLEGRINI, Neena, 2011. Animal pad. 11 août 2011.

PERRIN-BEGU, C., 2002. *LES AFFECTIONS PODALES DU CHIEN DE*

TRAINEAU ; ETUDE DE TERRAIN CONDUITE DURANT LA SCANDREAM 1999.
Thèse d'exercice. France : École nationale vétérinaire d'Alfort.

PFEIL, Dirsko JF von, LISKA, William D., STUART NELSON, Jr, MANN, Sabine et WAKSHLAG, Joseph J., 2015. A survey on orthopedic injuries during a marathon sled dog race. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 20 octobre 2015.

R SLAUTERBECK, J, PANKRATZ, K, T XU, K, C BOZEMAN, S et HARDY, Daniel, 2005. Canine Ovariohysterectomy and Orchiectomy Increases the Prevalence of ACL Injury. *Clinical orthopaedics and related research*. 1 janvier 2005. Vol. 2004, p. 301-5.

REBERT, Delphine et GRANDJEAN, Dominique, 2011. *Contribution à l'étude des affections spécifiques du chien de traîneau en course: étude épidémiologique des affections lors de la Grande Odyssée 2008" et comparaison avec les données de l'ALPIROD 1993/1994"*. Maisons-Alfort

RITCHEY, J.W., DAVIS, M.S., BRESHEARS, M.A., WILLARD, M.D., WILLIAMSON, K.K., ROYER, C.M., PAYTON, M.E. et CRAGUN, A.S., 2011. Gastritis in Alaskan Racing Sled Dogs. *Journal of Comparative Pathology*. Juillet 2011. Vol. 145, n° 1, p. 68-76.

ROGALEV, Artem et GRANDJEAN, Dominique, 2011. *Organisation de l'équipe vétérinaire de la course de chiens de traîneau longue distance « Yukon Quest ». Approche statistique des affections spécifiques rencontrées sur les éditions 2006, 2007 et 2009."*. Maisons-Alfort

ROHRER, C. R., HILL, R. C., FISCHER, A., FOX, L. E., SCHAER, M., GINN, P. E., CASANOVA, J. M. et BURROWS, C. F., 1999. Gastric hemorrhage in dogs given high doses of methylprednisolone sodium succinate. *American Journal of Veterinary Research*. août 1999. Vol. 60, n° 8, p. 977-981.

SERPELL, James et HSU, Yuying, 2005. Effects of breed, sex, and neuter status on trainability in dogs. *Anthrozoos A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals*. 1 septembre 2005. Vol. 18, p. 196-207.

STARLING, Melissa J., BRANSON, Nicholas, THOMSON, Peter C. et MCGREEVY, Paul D., 2013. Age, sex and reproductive status affect boldness in dogs. *The Veterinary Journal*. 1 septembre 2013. Vol. 197, n° 3, p. 868-872.

STEPHANIE LITTLE WOLF, 2015. Sled Dog Central : A Deeper History of the Origins of the Alaskan Husky by Stephanie Little Wolf. 1996.

STOLIKER, H. E., DUNLAP, H. L. et KRONFELD, D. S., 1976. Bone mineral measurement by photon densitometry in racing sled dogs, and its relationship to body weight, sex and bone fractures. *Veterinary medicine, small animal clinician: VM, SAC*. novembre 1976. Vol. 71, n° 11, p. 1545-1550.

SVARTBERG, Kenth, 2002. Shyness–boldness predicts performance in working dogs. *Applied Animal Behaviour Science*. octobre 2002. Vol. 79, n° 2, p. 157-174.

ANNEXES

Annexe 1 : Score fécal chez le chien

CONSIGNE D'UTILISATION

Notez individuellement les selles de chaque chien de 1 (liquides) à 5 (moulées et dures).

Lorsqu'un même chien a des selles de différentes qualités, ne retenir que la note la plus faible.

DIRECTION FOR USE

Score the stools of each dog individually from 1 (liquid) to 5 (formed and dry).

When the consistency of the stools of one dog is not homogenous, record the lowest score.



Selles liquides, diarrhée / Very loose stools, diarrhea



Selles principalement non moulées et molles / Mixture of mostly unformed loose stools



Selles principalement moulées mais molles / Formed stools but very soft



Selles moulées et fermes mais pas dures / Formed, drier but not hard feces



Selles moulées, sèches et dures / Formed, dry and hard feces.

Toulouse 2019

Nom : Sigogneau

Prénom : Marie

TITRE : Étude observationnelle des facteurs de risques des troubles de performance des chiens de traîneaux lors de la Grande Odyssée 2019

RESUME : Les pathologies des appareils locomoteur et digestif chez les chiens de traîneaux sont des pathologies particulièrement fréquentes. Nous avons mené une étude observationnelle des facteurs de risque qui conditionnent leur apparition et leur guérison en situation de compétition. L'étude comprenait 61 chiens participant à l'édition 2019 de la « Grande Odyssée Savoie Mont-Blanc », une course de moyenne distance ayant lieu en Savoie. Grâce à la mise en place de modèles statistiques en fonction des caractéristiques des chiens et des conditions de course, nous avons notamment pu mettre en évidence d'une part que le port de bottines est un facteur de risque d'apparition de blessures des coussinets, et d'autre part que les jeunes chiens et les Eurohounds sont plus à risque de développer des dermites interdigitées. Ces résultats permettent d'établir des profils types de chiens à risques de développer des dermites interdigitées, des blessures traumatiques des coussinets et des diarrhées d'efforts.

MOTS CLES : Facteurs de risques ; Chiens de traîneaux ; Affections podales ; Troubles digestifs ; Modèles

TITRE : Observational study of risk factors that are likely to cause performance disorders in sled dogs during the « Grande Odyssée Savoie Mont-Blanc 2019 »

SUMMARY : Diseases of the musculoskeletal and digestive systems of sled dogs in competition being the most frequent pathologies we conducted an observational study of the risk factors of appearance and disappearance of these main conditions.. The study includes 61 dogs participating in the 2019 edition of the Grande Odyssée Savoie Mont-Blanc, a mid-distance race taking place in Savoie (in the French Alps). Through the use of statistical models according to the characteristics of the dogs and the running conditions, the wearing of boots has been identified as a risk factor for the appearance of interdigital dermatitis, young dogs and Eurohounds have been identified as more at risk of developing interdigital dermatitis. These results were used to draw up typical profiles of dogs that may develop interdigital dermatitis, traumatic pad injuries and diarrhea.

KEYWORDS : Risks factors ; Sled dogs ; Foot diseases ; Digestif disorders ; Modelling