



ANNEE 2021 THESE : 2021 – TOU 3 – 4046

MESURE DE LA PRODUCTION SEBACEE CHEZ LE CHIEN : COMPARAISON DE DEUX METHODES

THESE
pour obtenir le titre de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

ERNOULT Juliette

Née le 19/08/1995 à REIMS (51)

Directrice de thèse : Mme Marie-Christine CADIERGUES

JURY

PRESIDENT :
M. Gérard CAMPISTRON

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESSEURS :
Mme Marie-Christine CADIERGUES
M. Faouzi LYAZRHI

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

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

Directeur : Professeur Pierre SANS

**PROFESSEURS CLASSE
EXCEPTIONNELLE**

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie – Thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

**PROFESSEURS 1^{ère}
CLASSE**

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*

**PROFESSEURS 2^{ème}
CLASSE**

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **RABOISSON Didier**, *Médecine de population et Économie de la santé animale*

**PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT
AGRICOLE**

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

**MAITRES DE CONFERENCES HORS
CLASSE**

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

**MAITRES DE CONFERENCES CLASSE
NORMALE**

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie- Bactériologie-Pathologie infectieuse*
Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie – Analgésie*
M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
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*
M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*
Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

**CHARGES D'ENSEIGNEMENT
CONTRACTUELS**

- Mme **CHARTIER Camille**, *Nouveaux animaux de compagnie*
M. **FERCHIOU Ahmed**, *Economie, production animale*
Mme **MANTELLI Morgane**, *Médecine interne*
Mme **MAURIN Claire**, *Nouveaux animaux de compagnie*
Mme **TOUSSAINT Marion**, *Pathologie des équidés*

**ENSEIGNANTS DE PREMIERE ANNEE COMMUNE AUX ETUDES
VETERINAIRES**

- M. **AUFFRET Jérémie**, *Physique-Chimie*
Mme **GAUCHARD Cécile**, *Biologie-écologie-santé*

**ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE
CONTRACTUELS**

- M. **BESSIERE Pierre**, *Microbiologie infectiologie*
Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
M. **LESUEUR Jérémie**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*
M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Gérard CAMPISTRON

Professeur des Universités
Université de Paul-Sabatier de Toulouse
Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse, Hommages respectueux.

A Madame le Professeur Marie-Christine CADIERGUES

Professeure à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Qui a accepté de superviser mon travail et a su être présente et compréhensive lors des aléas survenus au cours de cette année,
Qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance et de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur Faouzi LYAZHRI

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Qui a accepté de participer au jury de cette thèse, Sincères remerciements.

A Madame Jessie BRUN,

Technicienne Recherche Clinique
Qui a accepté de m'accompagner et m'épauler dans la réalisation des expérimentations, Sincères remerciements.

INTRODUCTION	11
PREMIERE PARTIE : La peau des carnivores domestiques	12
Chapitre 1 : Anatomie et physiologie de la peau	12
I. Les différentes couches de la peau	12
A. L'épiderme	13
1. Les kératinocytes	14
a. La couche basale ou stratum basale	14
b. La couche épineuse ou stratum spinosum	15
c. La couche granuleuse ou stratum granulosum	15
d. La couche claire ou stratum lucidum	16
e. La couche cornée ou stratum corneum	16
2. Les autres cellules de l'épiderme	16
B. Le derme	17
C. L'hypoderme	18
II. Les annexes de la peau	18
A. Le follicule pileux	18
1. Structure du follicule pileux	18
2. Structure du poil	20
3. Cycle pileux	21
4. Fonctions des poils	22
B. Les glandes sudoripares	23
1. Les glandes épitrichiales	23
2. Les glandes atrichiales	24
3. La sueur et la thermorégulation	24
C. Les glandes spécialisées	25
D. Les muscles érecteurs des poils	26
E. Les glandes sébacées	26
Chapitre 2 : Les glandes sébacées	27
I. Morphologie des glandes sébacées	27
A. Localisation et répartition	27
B. Structure des glandes sébacées	27
II. Le sébum	28
A. Composition du sébum	28
B. Production de sébum	29
C. Rôle du sébum	30
1. Le rôle protecteur et lubrifiant	30
3. Le rôle comportemental	31
DEUXIEME PARTIE : Partie expérimentale	31
I. Question de recherche	31
II. Matériels et méthode	32
A. Les animaux	32
1. Nombre d'animaux nécessaires	32
2. Critères d'inclusion et d'exclusion	32
B. Sébumètres utilisés	32
C. Protocole expérimental	35
1. Evaluation clinique	35
2. Evaluation de la quantité de sébum à la surface de la peau	35
D. Méthode d'analyse	37
III. Résultats	37
A. La population de chiens	37
B. Interprétation des résultats	40

1. Mesures sur l'effectif total	41
2. Mesures sur la cohorte	47
C. Evaluation de la praticité des sébumètres	49
D. Corrélation entre les mesures et l'évaluation macroscopique de peau	49
E. Discussion	50
CONCLUSION	52

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ DU PROPRIÉTAIRE DES ANIMAUX	57
ANNEXE 2: FICHES CLINIQUES	59
ANNEXE 3 : PRIX DES SÉBUMÈTRES	64

TABLE DES FIGURES

FIGURE N°1 : ANATOMIE DE LA PEAU	14
FIGURE N°2 : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE L'ÉPIDERME	15
FIGURE N°3 : STRUCTURE DU FOLLICULE PILEUX	20
FIGURE N°4 : STRUCTURE DU POIL	21
FIGURE N°5 : CYCLE PILAIRE	22
FIGURE N°6 : GLANDE SÉBACÉE NORMALE CHEZ UN CHIEN	29
FIGURE N°7 : SEBUMÈTRE® SM815 COURAGE AND KHAZAKA DE MONADERM	35
FIGURE N°8 : SEBUMSCALE® DE DELFIN TECHNOLOGIES	35
FIGURE N°9 : SCHÉMA DE LA ZONE DE MESURE TONDUE LORS DES EXPÉRIMENTATIONS	37
FIGURE N°10 : SCHÉMA DU GABARIT UTILISÉ LORS DES EXPÉRIMENTATIONS	37
FIGURE N°11 : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES VALEURS DU SEBUMÈTRE® SM815 COURAGE AND KHAZAKA DE MONADERM EN FONCTION DU SEBUMSCALE® DE DELFIN TECHNOLOGIES (EFFECTIF TOTAL)	44
FIGURE N°12 : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE BLAND ET ALTMAN DE L'EFFECTIF TOTAL	45
FIGURE N°13 : MOYENNES ET ÉCARTS TYPES DES VALEURS DE SÉBUM MESURÉES AVEC LE SEBUMSCALE® DE DELFIN TECHNOLOGIES	46
FIGURE N°14 : MOYENNES ET ÉCARTS TYPES DES VALEURS DE SÉBUM MESURÉES AVEC LE SEBUMÈTRE® SM815 COURAGE AND KHAZAKA DE MONADERM	47
FIGURE N°15 : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES VALEURS DU SEBUMÈTRE® SM815 COURAGE AND KHAZAKA DE MONADERM EN FONCTION DU SEBUMSCALE® DE DELFIN TECHNOLOGIES (COHORTE)	48
FIGURE N°16 : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE BLAND ET ALTMAN DE LA COHORTE DE 17 CHIENS	49

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU N°1 : COMPARAISON DES DEUX SÉBUMÈTRES	34
TABLEAU N°2 : EVALUATION MACROSCOPIQUE DE LA PEAU DES CHIENS	36
TABLEAU N°3 : TABLEAU PRÉSENTANT L'ENSEMBLE DES CHIENS INCLUS DANS L'EXPÉRIMENTATION	40
TABLEAU N°4 : DONNÉES BRUTES OBTENUES LORS DES EXPÉRIMENTATIONS	41
TABLEAU N°5 : CLASSIFICATION DE LANDIS ET KOCH	43
TABLEAU N°6 : CLASSIFICATION DE PARTIK ET COLL.	43
TABLEAU N°7 : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES DEUX SÉBUMÈTRES	50
TABLEAU N°8 : RAPPORTS DE CORRÉLATION DES DEUX SÉBUMÈTRES	51

INTRODUCTION

La dermatologie est un des principaux motifs de consultation en clientèle canine. D'après une étude française menée de 2012 à 2013 auprès de 15 cliniques vétérinaires généralistes, la dermatologie représente 19 % des motifs de consultations hors consultation vaccinale, soit le premier motif de consultation en clientèle généraliste canine (KLEIN A., HERIPRET D., 2015).

Cette discipline est en constante évolution, à la recherche de nouveaux traitements ou procédés pouvant améliorer la qualité de vie des animaux atteints par des affections dermatologiques.

Les troubles de la cornéogenèse, avec notamment les troubles de la production sébacée, font partie des affections fréquemment rencontrées chez le chien. Les produits kérato-régulateurs ont pour objectif – entre autres – de réguler la production sébacée. L'évaluation de leur efficacité est souvent subjective. Disposer de paramètres objectivement mesurables constituerait une amélioration notable dans le développement de nouveaux produits. Si la sébumétrie est bien développée chez l'homme en dermo-cosmétique, aucune donnée n'est disponible chez le chien.

Le but de cette thèse est de savoir si la mesure de sébum, grâce à des appareils utilisés en médecine humaine, peut rentrer en compte lors de l'évaluation clinique d'un produit kératomodulateur.

Une première partie aborde l'anatomie et la physiologie de la peau.

Une seconde partie s'intéresse particulièrement au sébum, sa production et son rôle chez le chien. Savoir comment est produit le sébum permet de comprendre comment mesurer celui-ci. De plus, le rôle du sébum sur la peau des animaux va pouvoir expliquer dans quelles circonstances la mesure de ce dernier peut être intéressante lors d'essais cliniques.

Enfin, la troisième partie fait état de l'étude conduite qui a permis de comparer deux sébumètres et de savoir si ceux-ci sont exploitables en médecine vétérinaire.

PREMIERE PARTIE : La peau des carnivores domestiques

Chapitre 1 : Anatomie et physiologie de la peau

La peau constitue l'enveloppe externe du corps. Elle est le plus grand organe du corps. Elle représente 24% du poids corporel chez le jeune (elle est alors davantage perméable) et 12% chez l'adulte. Constituée de l'épiderme reposant sur le derme, la peau des carnivores domestiques assure de nombreuses fonctions grâce à cette structure complexe, une vascularisation artériovoineuse et lymphatique ainsi qu'une innervation spécifique. Elle assure un rôle (1):

- de protection contre les rayons solaires (rayons U.V.), les agressions mécaniques, chimiques, thermiques mais aussi contre la déshydratation. En outre, elle représente la première barrière contre les micro-organismes avec une action antimicrobienne grâce aux peptides antimicrobiens, aux lysozymes, aux lipides et aux acides organiques ;
- de perception sensorielle grâce à son innervation. En effet, elle possède des récepteurs au toucher, à la douleur, à la température, à la pression, aux vibrations ;
- de thermorégulation. La peau est le lieu de l'évaporation de la sueur qui, associée à une bonne vascularisation, permet le refroidissement du sang. Les phanères permettent une protection thermique. Cependant, l'existence du halètement chez le chien limite le rôle de thermorégulation de sa peau ;
- métabolique. La peau est le lieu de synthèse de la vitamine D tandis que les tissus sous-cutanés servent de réservoir pour les graisses, les électrolytes, l'eau, les glucides et les protéines ;
- dans les relations sociales : pilo-érection pour paraître plus imposant, phéromones sécrétées par les glandes périanales, les sacs anaux et l'organe supracaudal ;
- dans la locomotion grâce à sa résistance, sa flexibilité et son élasticité.

I. Les différentes couches de la peau

La peau est un organe complexe constitué de l'épiderme en surface et d'un derme sous-jacent. La jonction dermo-épidermique fait le lien entre les deux. Le tissu sous-cutané ou hypoderme est la couche la plus profonde. Des annexes épidermiques

comme les follicules pileux, les glandes sébacées et sudoripares ou encore les muscles pilo-érecteurs sont réparties de diverses façons sur le corps.

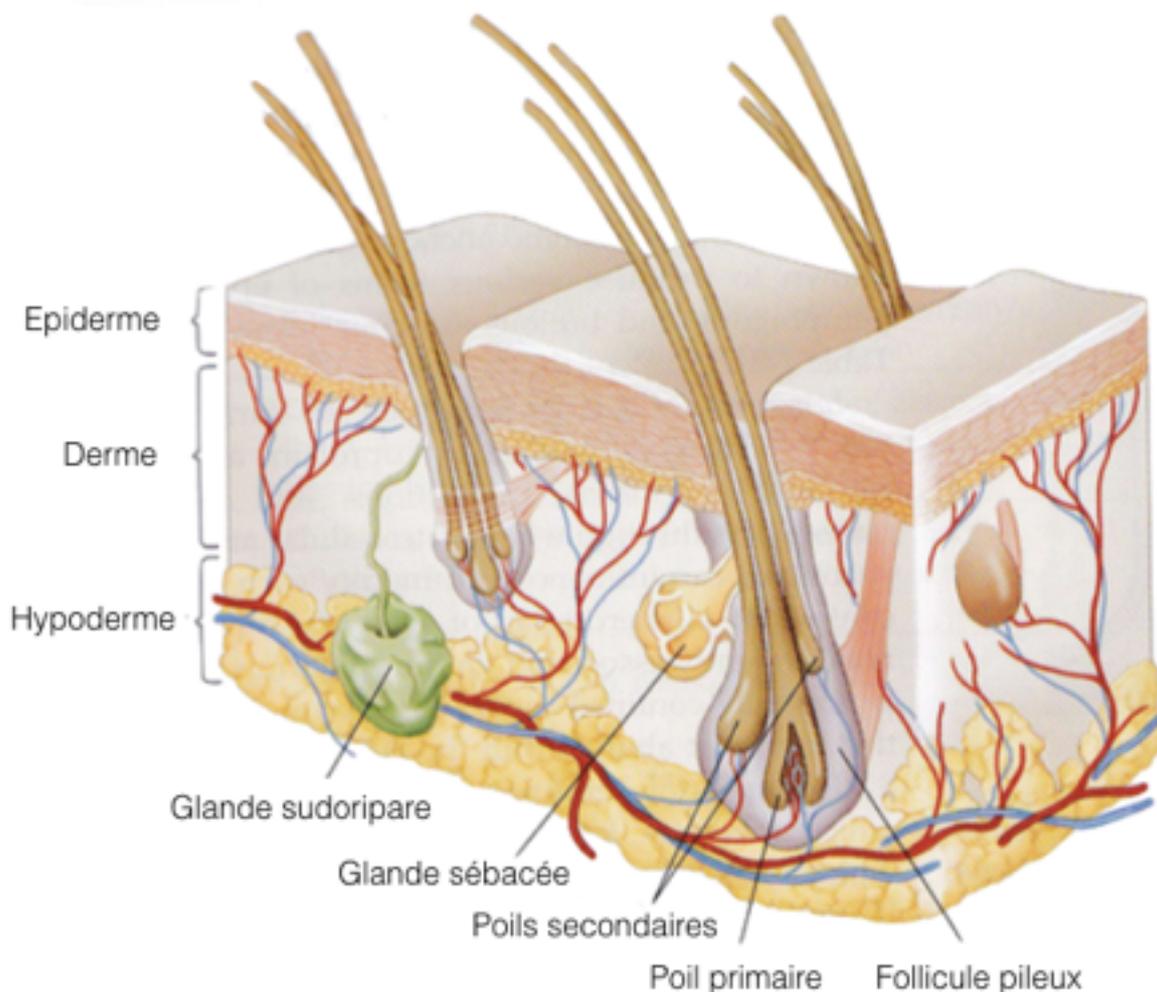


Figure n°1 : Anatomie de la peau d'après Muller (2)

L'épaisseur moyenne de la peau varie chez le chien de 0,5 à 5 mm (2). Celle-ci diffère en fonction des zones du corps (l'épaisseur de la peau du dos est supérieure à celle du ventre), de l'âge et de la race.

A. L'épiderme

L'épiderme est un épithélium pluristratifié malpighien kératinisé à renouvellement continu. Il forme la partie la plus superficielle de la peau et donne naissance à la plupart des annexes (glandes sébacées, glandes sudoripares, follicules pileux). Son épaisseur est variable selon les régions du corps : de 0,1 à 0,5 mm chez le chien.

Son épaisseur reste constante en un point du corps du fait de l'équilibre existant entre la division rapide des cellules basales et l'exfoliation permanente des cellules cornées. Il est composé de différentes assises constituées en grande majorité de kératinocytes ainsi que de mélanocytes, de cellules de Langerhans et de cellules de Merkel.

1. Les kératinocytes

Les kératinocytes sont les cellules constituant majoritairement l'épiderme. Elles forment ainsi cinq strates épidermiques : la couche basale, épineuse, granuleuse, claire et enfin la couche cornée.

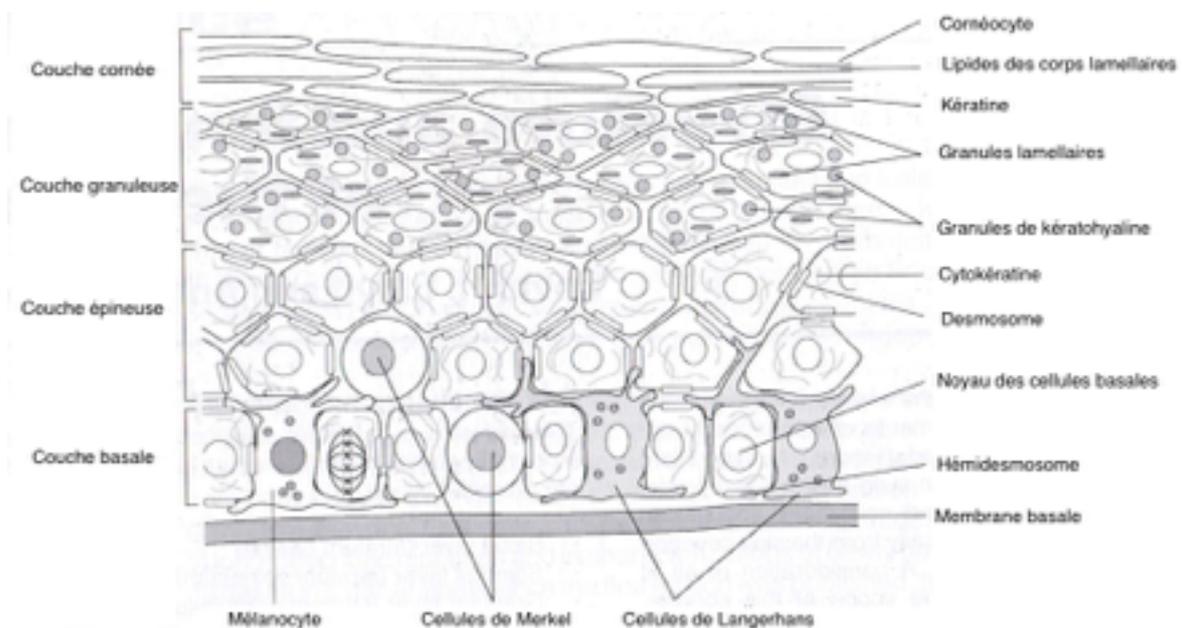


Figure n°2 : Représentation graphique de l'épiderme d'après Lloyd (9)

a. La couche basale ou stratum basale

La couche basale est l'assise épidermique la plus profonde. Elle est principalement constituée par des kératinocytes en phase de multiplication donnant naissance aux cellules épidermiques différenciées des assises supérieures. Ce processus de maturation cellulaire dure chez le chien de 21 à 24 jours. La couche basale s'organise en une couche monocellulaire composée de cellules cubiques à rapport nucléoplasmique élevé, basophiles et de petite taille reposant sur une membrane

basale. Ces kératinocytes se divisent en donnant deux types de cellules : les cellules germinatives qui restent accolées à la membrane basale et les cellules prolifératives qui vont subir plusieurs mitoses puis se différencier dans les couches supérieures.

b. La couche épineuse ou stratum spinosum

La couche épineuse est composée des kératinocytes issus de la division des cellules basales. Elle est d'épaisseur variable allant de une à deux couches cellulaires dans les zones pileuses jusqu'à plus de 20 couches cellulaires dans la truffe ou dans les coussinets palmo-plantaires. Les kératinocytes de cette assise sont des cellules basophiliques à éosinophiliques, cuboïdales à polyédriques. Leur aspect « épineux » visible à l'examen microscopique, qui lui a donné le nom de *stratum spinosum*, est dû à la présence de desmosomes. Les kératinocytes épineux contiennent également de nombreux organites. Ainsi, les plus différenciés possèdent des granules lamellaires ou corps d'Odland. Ces granules, invisibles au microscope photonique, sont chargés de lipides (cholestérol, acides gras, céramides) et d'enzymes hydrolytiques (protéases, lipases, phosphatases, glycosidases). Cela leur confère un rôle dans l'élaboration du film lipidique de surface et dans le processus de desquamation. Leur contenu sera libéré dans l'espace intercellulaire au niveau de la jonction entre la couche granuleuse et la couche cornée ou la couche claire si elle est présente. (2)

c. La couche granuleuse ou stratum granulosum

La couche granuleuse est discontinue. Elle est composée d'une à deux assises de cellules dans les zones velues et jusqu'à 15 dans certaines zones comme les coussinets plantaires. Les kératinocytes présents dans cette couche s'aplatissent parallèlement à la surface de la peau et renferment des granules de kératohyaline. Ces granules contiennent de la profilaggrine, un précurseur de la filaggrine qui forme une véritable matrice en maintenant ensemble et alignés les filaments de kératine. (3)

d. La couche claire ou stratum lucidum

Dans la couche claire, les kératinocytes sont des cellules kératinisées et anucléées formant une couche homogène et claire. C'est une transition entre la couche granuleuse et la couche cornée. Cette couche n'est présente que dans les coussinets et la truffe. (2)

e. La couche cornée ou stratum corneum

La couche cornée est la couche la plus externe de l'épiderme et du corps. L'épaisseur du *stratum corneum* chez le chien est en moyenne de 13,3 μm . Dans la truffe et les coussinets, le nombre de strates de kératinocytes est beaucoup plus élevé pouvant aller jusqu'à 1500 μm . Les cornéocytes qui la constituent sont non viables, déshydratés, plats et composés essentiellement de filaments de kératine. Une matrice lipidique extracellulaire, sécrétée dans la couche granuleuse, entoure ces cellules cornées. Le tout forme une structure comparable au modèle « brique et mortier », les cornéocytes jouant le rôle des briques et la matrice extracellulaire celui du mortier. Les cellules sont éliminées passivement par desquamation au même rythme que la prolifération des cellules basales. (3,4)

2. Les autres cellules de l'épiderme

Les cellules de Langerhans sont des cellules dendritiques non pigmentées. Elles colonisent la couche basale de l'épiderme au cours de la période fœtale et continuent à repeupler l'épiderme tout au long de la vie (3). Chez le chien, le nombre de cellules de Langerhans est variable : de 800 à 1200 cellules par mm^2 . Ce sont des cellules présentatrices d'antigènes et constituent ainsi une première ligne de défense vis-vis des antigènes environnementaux. Ce rôle est particulièrement important dans les phénomènes d'hypersensibilité.

Les mélanocytes sont des cellules qui colonisent l'épiderme au cours de la période embryonnaire. Elles se situent majoritairement dans la couche basale mais possèdent des processus dendritiques s'étendant jusqu'à la première assise de cellules épineuses. On les retrouve également dans la gaine externe des follicules

pileux, le bulbe folliculaire et les canaux sudoripares ainsi que sébacés. Ce sont des cellules dendritiques qui synthétisent les pigments mélaniques au sein d'organites appelés mélanosomes. Ces pigments sont regroupés en granules qui migrent le long des dendrites puis se placent dorsalement aux noyaux des kératinocytes. Ces structures forment une sorte de bouclier absorbant les ultraviolets, notamment les UV-B. Les mélanocytes ont d'autres fonctions : ils interagissent avec les autres cellules de leur environnement et interviennent dans l'inflammation et l'immunité locales. (3)

Les cellules de Merkel apparaissent dans la couche basale lors du développement fœtal. Elles sont plus nombreuses dans la racine des vibrisses, dans la truffe, la muqueuse orale, les lèvres et les coussinets chez le chien. Ces cellules sont caractérisées par la présence d'une part de microvillosités, qui ressemblent à des épines et qui sont associés à des desmosomes, et d'autre part de dendrites, plus ou moins longs, qui s'insèrent entre les kératinocytes voisins et qui comportent des granules électroniquement denses. La plupart des cellules de Merkel sont innervées par un axone provenant du derme et fonctionnent alors comme des mécanorécepteurs à adaptation lente, ce qui les rend responsables de la sensation tactile fine. (3, 4)

B. Le derme

Le derme est une structure où se trouvent les annexes épidermiques, les vaisseaux lymphatiques, sanguins et les nerfs.

Contrairement à l'homme, le derme des chiens ne forme pas de papilles dermiques. On le divise donc en deux parties :

- le derme superficiel ou papillaire : c'est une couche fine de tissu conjonctif lâche avec essentiellement des fibres de collagène. Il est peu fibreux ;

- le derme profond ou réticulaire : c'est une couche de fibres de collagène, de fibres élastiques et de fibres de réticuline. C'est un tissu de type fibro-élastique.

C'est un tissu conjonctif composé d'éléments cellulaires (fibroblastes, histiocytes et mastocytes), de diverses fibres (collagène, fibres élastiques) et d'une matrice extracellulaire.

C. L'hypoderme

L'hypoderme est le tissu le plus profond et le plus épais de la peau. (2) Il possède une structure mixte consistant en des lobules d'adipocytes dispersés au sein de septa d'un tissu conjonctif. Beaucoup plus lâche que le derme, l'hypoderme permet la mobilisation de la peau par les muscles peauciers.

Les rôles de l'hypoderme sont principalement d'assurer une réserve énergétique, une isolation thermique, une protection et un maintien des formes de la surface corporelle. Il posséderait également un rôle de réservoir et de synthèse d'hormones stéroïdes telles que les œstrogènes.

II. Les annexes de la peau

Diverses annexes sont présentes au sein de l'épiderme des animaux telles que les follicules pileux, les glandes sudoripares, les glandes sébacées et les muscles pilo-érecteurs (figure n°1). Des particularités existent, notamment concernant des glandes spécialisées, selon les différentes zones du corps telles que les paupières, la queue, le conduit auditif externe, la zone périanale et les sacs anaux.

A. Le follicule pileux

Le follicule pileux est l'unité formant le poil. La présence de poils est caractéristique des mammifères. A la différence de l'épiderme, le processus de kératinisation n'est pas continu dans un follicule pileux. Le poil se renouvelle de manière cyclique selon un rythme déterminé génétiquement : le cycle pileux que l'on détaillera plus loin.

1. Structure du follicule pileux

Le follicule pileux est divisé en trois segments : l'infundibulum, de la surface à la glande sébacée, l'isthme, abouchement de la glande sébacée, et le bulbe, de l'insertion du muscle érecteur à la papille dermique. Chaque follicule est associé à un muscle érecteur du poil, une glande sébacée et une glande sudoripare.

A la naissance, les follicules pileux sont simples avec un seul poil par follicule. Au fur et à mesure que l'animal prend de l'âge, des poils accessoires ou secondaires apparaissent dans des follicules secondaires qui dérivent du follicule originel. Cela forme alors un follicule composé. (9)

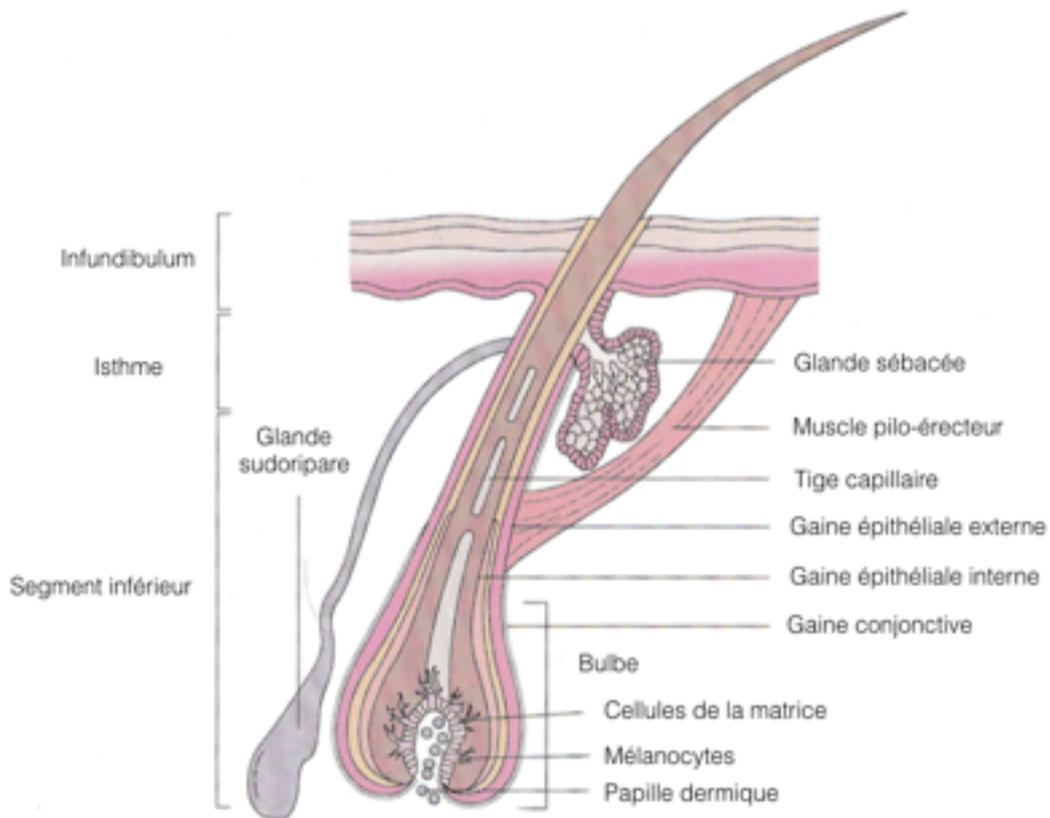


Figure n°3 : Structure du follicule pileux d'après Lloyd (9)

Le follicule pileux est constitué de différentes couches concentriques (de la plus interne à la plus externe) (10) :

- le poil (structure détaillée ci-dessous) ;
- la gaine épithéliale interne qui comporte elle-même trois couches. La cuticule qui est au contact du poil et dont la couche unicellulaire s'imbrique avec la cuticule du poil. La couche de Huxley constituée d'au moins deux assises de cellules riches en granules de kératohyaline puis la couche de Henle qui est une assise unicellulaire kératinisée. Cette gaine a pour rôle de protéger et soutenir le poil lors de sa formation ;

- la gaine épithéliale externe dont la composition varie selon la localisation. Au niveau de l'infundibulum, elle contient une à deux couches de cellules riches en granules de kératohyaline et glycogène puis au niveau de l'isthme, la gaine s'épaissit et les cellules se kératinisent pour se confondre avec l'épiderme. Elle assure ainsi une continuité avec l'épiderme ;
- la lame basale, qui supporte la gaine épithéliale externe et qui est en continuité avec la lame basale de l'épiderme ;
- la gaine conjonctive, composée de fibres de collagène et de fibres élastiques. Elle est richement vascularisée et innervée.

2. Structure du poil

Le poil est formé à la base du follicule pileux, dont il fait partie. La tige est la partie émergée du poil, tandis que la racine, terminée par le bulbe en profondeur, est la partie enfouie dans la peau.

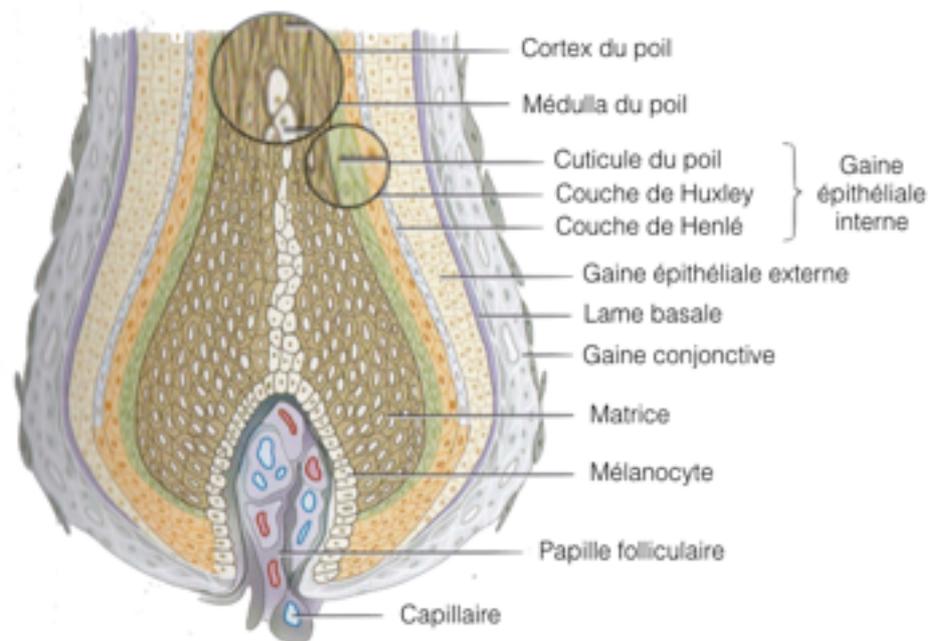


Figure n°4 : Structure du poil d'après Muller (2)

Le poil est constitué de trois couches concentriques (de la plus interne à la plus externe) (11, 12):

- la médulla composée de cellules cuboïdes, absente chez les poils secondaires. Entre ces cellules se trouvent des espaces remplis d'air. Elle permet une isolation ;
- le cortex composé de cellules kératinisées remplies de pigments disposées longitudinalement selon le sens du poil. Il confère au poil sa couleur ainsi que sa rigidité ;
- la cuticule formée de cellules kératinisées, disposées comme les tuiles d'un toit dont le bord libre est dirigé vers la pointe de la tige.

3. Cycle pilaire

Le cycle pilaire alterne des phases de croissance (phase anagène), de ralentissement (phase catagène) et de repos (phase télogène).

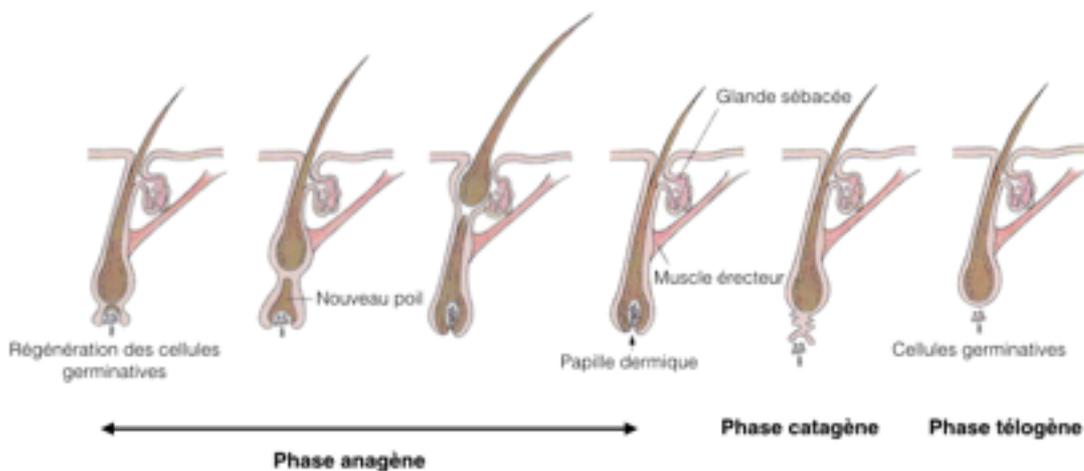


Figure n°5 : Cycle pilaire d'après Lloyd (9)

Lors de la phase anagène, les cellules du bulbe folliculaire augmentent de taille et les cellules de la protubérance montrent une activité mitotique augmentée. La portion inférieure du follicule migre vers le bas pour entourer la papille dermique. Les cellules matricielles se différencient pour donner les différents composants de la tige pilaire et de la gaine épithéliale interne. La mélanogénèse reprend dans la papille. Une zone kératogène s'établit au niveau de l'isthme. Un nouveau poil émerge de la gaine épithéliale interne et pousse le poil télogène vers la surface. Lors de l'émergence du nouveau poil, l'ancien poil est expulsé naturellement.

Lors de la phase catagène, l'activité mitotique et la mélanogénèse du bulbe cessent. La prolifération de la matrice cesse et le poil devient fin. La gaine épithéliale interne disparaît. La gaine épithéliale externe migre vers la surface de la peau en entourant la base du follicule. Elle fusionne alors avec le cortex pileux ce qui résulte en une masse de cellules kératinisées à l'aspect en brosse.

Lors de la phase télogène, les follicules pileux possèdent un infundibulum large et une base située au niveau des glandes sébacées. La tige pileuse possède une base fragile, encastrée dans la gaine épithéliale externe. Un « mamelon » de petits kératinocytes est présent à la base du follicule pileux. Il s'agit des cellules de la protubérance qui donneront naissance au futur poil. (13, 14)

Ce cycle est contrôlé par des facteurs internes (cytokines, oncogènes,...) et externes (photopériode, température, hormones,...). Le poil va alors grandir jusqu'à atteindre sa longueur préétablie selon les zones du corps et les facteurs génétiques, notamment la race du chien. (15, 16)

4. Fonctions des poils

Les poils jouent un rôle primordial dans l'isolation thermique chez les animaux. La capacité d'une robe à réguler la température corporelle coïncident avec la longueur des poils, l'épaisseur du poil, sa densité et la présence de médulla au sein des poils. En général, une robe composée de poils longs, fins, avec une médulla fine et l'utilisation de la pilo-érection, est la robe la plus efficace pour l'isolation thermique.

Ils sont également importants dans la perception sensorielle (vibrisses) et en tant que barrière contre les éléments chimiques, physiques et microbiens externes. Les poils possèdent aussi une fonction dans le camouflage et la communication entre congénères. Les poils jouent également un rôle dans la photoprotection, notamment la brillance du poil qui permet de refléter les rayons du soleil. (17, 18)

B. Les glandes sudoripares

En raison des caractéristiques physiologiques et ultrastructurales de la production de sueur par les glandes, les termes de glandes sudoripares apocrines et eccrines ont été remplacés respectivement par les termes épitrichiales et atrichiales.

1. Les glandes épitrichiales

Elles sont largement prédominantes chez les carnivores. Réparties sur toutes les zones du corps possédant des poils, ces glandes sont généralement tubulaires, simples et sinueuses chez le chien. Elles sont localisées juste sous les glandes sébacées et s'ouvrent par un canal sécrétoire dans le canal pileux dans l'infundibulum, au-dessus de l'ouverture du canal sébacé. Elles sont constituées d'une portion sécrétrice (ou fundus) enchâssée dans le derme profond et d'un canal excréteur relié au follicule pileux. Le fundus, ou corps de la glande, varie grandement dans sa forme, d'un simple sac à une structure contournée. Il est constitué d'un simple épithélium sécrétoire cubique ou cylindrique et d'une couche de cellules myo-épithéliales fusiformes reposant sur une membrane basale. Les canaux des glandes sont bistratifiés, constitués de cellules cubiques, et possédant une cuticule centrale mais il n'y a pas de cellules myo-épithéliales.

Ces glandes semblent réagir uniquement à l'application d'une chaleur locale et à la circulation de catécholamines dans le sang. Elles ne sont pas directement innervées. Les glandes sudoripares épitrichiales du chien ont un rôle très limité dans le système central de régulation thermique. Elles servent principalement à protéger la peau contre une élévation excessive de température. Ces glandes épitrichiales ont probablement des propriétés anti-microbiennes et jouent un rôle dans l'émission de phéromones. (19)

2. Les glandes atrichiales

Ces glandes s'observent uniquement sur les coussinets plantaires chez les carnivores. Elles sont petites, étroitement enroulées et localisées profondément dans le derme et l'épiderme des coussinets. La structure histologique est la même que celle des glandes épitrichiales mais le conduit excréteur aboutit à un pore, directement à la surface du coussinet. La sécrétion de ces glandes est aqueuse; elle n'a aucune fonction thermorégulatrice. Il semble que les sécrétions, en augmentant la moiteur des coussinets plantaires, participent à une meilleure adhésion aux surfaces.

3. La sueur et la thermorégulation

Les carnivores possèdent des glandes sudoripares, mais celles-ci n'interviennent pas dans la thermorégulation. De plus, ils ne sont pas pourvus des superficiels et très étendus shunts artério-veineux qui permettent d'évacuer la chaleur, contrairement à l'homme. Leur système de thermorégulation est donc complètement différent.

Pour conserver la chaleur lorsque les températures baissent, le corps des chiens déclenche une vasoconstriction de la peau et une érection des poils pour améliorer les qualités d'isolation de la peau et du pelage. Le tissu adipeux sous-cutané joue lui aussi un rôle important. La température à laquelle le corps n'est plus capable de contenir la chaleur sans devoir produire lui-même de la chaleur est appelée la température critique. Un chien en bonne santé avec un pelage intact possède une température critique aux alentours de 14°C. Celle-ci augmente à 25°C lors de tonte. La production de chaleur se fait alors principalement par le biais des frissons. (2, 20)

De la chaleur est perdue régulièrement par le corps par des mécanismes de radiation, de convection, de conduction ou encore de vaporisation de l'eau par la peau et les poumons et par l'excrétion de l'urine et des fécès. Lorsque la température est trop importante, ces mécanismes sont dépassés. Comme les carnivores ne produisent pas, de façon abondante, de sueur atrichiale, les animaux ont développé une grande capacité à vaporiser de gros volumes d'eau à partir des passages respiratoires. (2)

C. Les glandes spécialisées

Les glandes spécialisées comportent :

- Les glandes circumanales (ou glandes périanales), situées sous la peau de la zone cutanée interne glabre, qui sont constituées de glandes sébacées appelées glandes hépatoïdes. Les glandes hépatoïdes sont des glandes sébacées, modifiées probablement sous l'effet d'une stimulation androgénique. Elles sont localisées au pourtour de l'anus, au fourreau et au scrotum. Ces glandes ont une architecture lobulée et une micro-architecture trabéculaire constituée par des cordons cellulaires massifs séparés par un stroma conjonctivo-vasculaire. Chaque cordon comporte de la périphérie vers l'intérieur deux types cellulaires : des petites cellules sombres périphériques de remplacement et des grandes cellules acidophiles et polyédriques centrales hépatoïdes. (21, 22)
- La glande supracaudale située en face dorsale de la queue à cinq centimètres environ de sa base. Pour cette dernière, il ne s'agit pas d'une glande unique mais d'une zone ovalaire particulièrement dense en glandes sébacées où ne sont présents que des follicules primaires (poils raides et grossiers), quel que soit l'âge. La surface de la peau peut sembler jaunâtre et grasse à cause des sécrétions abondantes venant des nombreuses glandes de cette zone. Ces sécrétions jouent certainement un rôle dans la reconnaissance olfactive entre espèces. (1, 23)
- Les glandes de Meibomius ou glandes tarsales sont visibles sur la face conjonctivale des paupières sous forme d'un alignement d'orifices (25 à 40 abouchements). Ce sont des glandes holocrines. Elles synthétisent des phospholipides périoculaires dans les meibocytes qui sont en fait des sébocytes modifiés. Le liquide huileux produit sert à lubrifier le limbe et à limiter l'évaporation du film lacrymal en s'étalant dessus lors des clignements.
- Le conduit auditif est riche en glandes sébacées et sudoripares épitrichiales modifiées. Il s'agit de glandes cérumineuses, à l'origine d'une sécrétion particulière, fluide, translucide et jaunâtre : le cérumen. (24)

D. Les muscles érecteurs des poils

Les muscles érecteurs des poils sont d'origine mésenchymateuse et sont des muscles lisses présents sur toute la peau recouverte de poils, plus particulièrement sur la peau du dos (posture de menace). Ces muscles ont pour origine la gaine radiculaire dermique de chaque follicule pileux. Ils s'insèrent sur le follicule pileux à la limite entre l'isthme et la partie profonde du follicule. Les fibres se rejoignent pour se terminer dans le derme superficiel. Les muscles reçoivent une innervation cholinergique et se contractent en réponse à l'épinéphrine et à la norépinéphrine. Leur contraction aboutit à une pilo-érection. Ils jouent un rôle dans la thermorégulation et probablement dans la vidange des glandes sébacées, par pression sur la glande lors du redressement complet du follicule. Ils sont également importants dans la communication entre espèces. (24)

E. Les glandes sébacées

Ces glandes excréant le sébum seront particulièrement développées dans le chapitre 2.

Chapitre 2 : Les glandes sébacées

I. Morphologie des glandes sébacées

A. Localisation et répartition

Les glandes sébacées sont présentes sur l'ensemble du corps, à l'exception de la truffe et des coussinets palmo-plantaires. Elles sont généralement associées aux follicules pileux et s'ouvrent par un conduit à travers ceux-ci au niveau de l'infundibulum. On parle même d'unité pilo-sébacée. Un petit nombre d'entre elles s'ouvrent directement à la surface de la peau, dans les zones glabres telles que les lèvres, les paupières, le conduit auditif externe ou encore l'anus. Elles sont davantage développées et nombreuses aux jonctions cutané-muqueuses, sur le dos, la queue et le menton. La taille des glandes sébacées du dos est de 30 à 50 μm de diamètre à la naissance. Il y a une évolution progressive de 80 à 250 μm à 6 mois d'âge. Leur taille varie également selon la race chez le chien (développement plus important dans la peau des races à poil court et dur). (25, 26, 32)

B. Structure des glandes sébacées

Les glandes sébacées sont des glandes à sécrétion holocrine simples ou purilobulées, en forme de massue, pelotonnées. Elles se situent dans le derme moyen, la plupart associées aux follicules pileux. Les lobules sébacés sont bordés par une membrane basale issue de la membrane basale épidermique. Ils sont composés de cellules à des degrés différents de développement entourées par une assise périphérique de petites cellules cuboïdales. Ces cellules se différencient en se chargeant de lipides cytoplasmiques puis se désagrègent, au niveau du canal sébacé, pour former du sébum. Plusieurs glandes peuvent déboucher dans l'orifice d'un unique follicule pileux. Un anneau de glandes sébacées s'ouvre dans le follicule des poils tactiles. Chaque glande sébacée est reliée par un court canal à l'isthme folliculaire ou à l'épiderme. Le canal est formé par un épithélium pluristratifié malpighien kératinisé. Les glandes sébacées ont un apport sanguin abondant et semblent innervées. Leur sécrétion semble être sous contrôle hormonal : les

androgènes provoquant une hypertrophie et une hyperplasie tandis que les œstrogènes et glucocorticoïdes provoquent l'involution. (10)

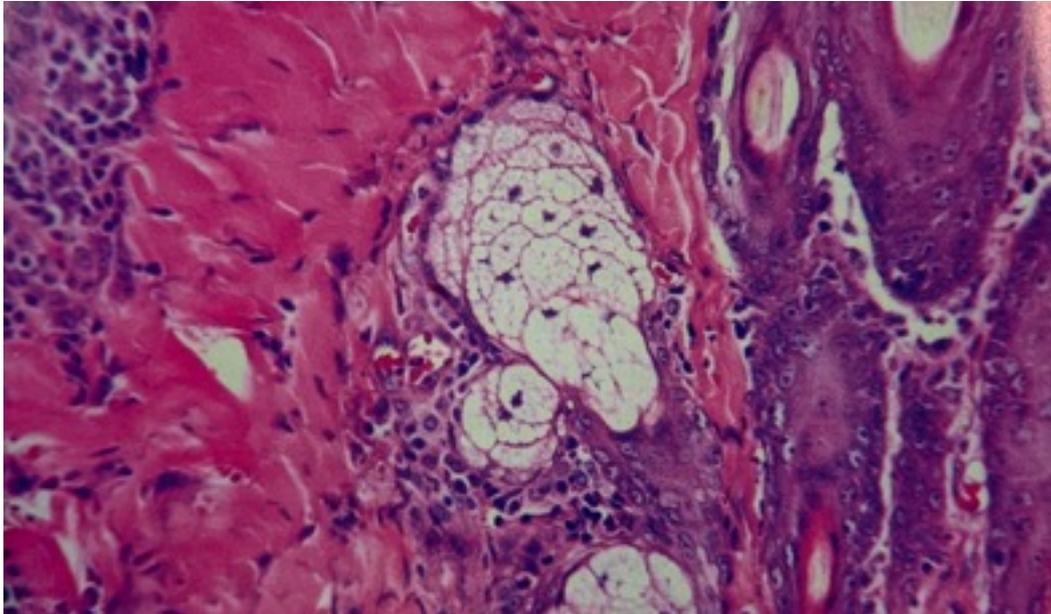


Figure n°6 : Glande sébacée normale chez un chien d'après Muller (2)

II. Le sébum

A. Composition du sébum

Le sébum est excrété par les glandes sébacées. Sa composition varie en fonction de l'espèce, de la race et de l'âge.

Chez le chien, le sébum contient du cholestérol majoritairement estérifié (48%) et des cires diesters (48%). Celles-ci sont des esters d'acides et d'alcools à longues chaînes. Les cires monoesters et diesters se retrouvent chez toutes les espèces animales mais chez le chien, ce sont les cires diesters qui prédominent, surtout avec la forme de type II (avec des alcanes di-ol, dont les deux fonctions sont estérifiées par des acides gras). (27, 28)

Les triglycérides et les acides gras libres sont en très faible quantité. Ces derniers sont formés de mono, di et triglycérides ainsi que d'acides gras labiles et ne sont pas

présents dès la formation du sébum car ils résultent d'une lipolyse enzymatique se produisant à partir de triglycérides dans les canaux excréteurs et à la surface de l'épiderme. Cette dégradation des triglycérides se fait par les enzymes de la flore bactérienne saprophyte ou pathogène. Chez le chien, il s'agit de triglycéridelipases des staphylocoques. C'est ainsi qu'il n'y a pas d'acides gras libres dans les glandes sébacées puisque cette hydrolyse ne peut pas s'effectuer dans des conditions d'asepsie. (29)

Les acides gras libres interviennent dans la régulation du pH cutané qui varie de 5,2 à 9,2 chez le chien. Ce pH est plus alcalin que celui de l'homme.

Contrairement à l'homme, le squalène est absent du sébum du chien. (30, 31)

B. Production de sébum

Le sébum est composé des produits des cellules dégénérées et rompues de la glande sébacée. Le flux des glandes sébacées est considéré comme constant et la quantité de sébum produite en un temps donné pour une surface donnée est proportionnel au volume glandulaire total.

La taille tout aussi bien que le degré de maturation des glandes sébacées sont régulés par des hormones.

Des études chez l'homme ont montré que les androgènes sont les principales hormones trophiques, que les œstrogènes sont inhibiteurs, tandis que la progestérone et les glucocorticoïdes ont peu d'influence directe sur la sécrétion sébacée. Chez la femme, la sécrétion du sébum semble être stimulée par les androgènes ovariens et surrénaliens.

Les androgènes agissent en augmentant à la fois la taille des glandes sébacées et le nombre des mitoses.

Les hormones thyroïdiennes iodées (T3-T4) ont une action paradoxale. Elles diminuent le nombre de mitoses et augmentent la synthèse intracellulaire des sébocytes. Leur action est totalement indépendante de celle des androgènes. (19, 32, 33)

C. Rôle du sébum

Le rôle des glandes sébacées est important dans le monde animal. En effet, le sébum contribue, avec la couche cornée, à la formation d'une barrière cutanée de surface : le film hydrolipidique.

Ce film hydrolipidique est issu du mélange de sébum, de la sécrétion des glandes sudoripares et des lipides intercornéocytaires. Il est composé de céramides (environ 38%), d'acides gras libres (environ 11%), de cholestérol et d'esters de cholestérol (environ 12% et 10% respectivement), de cires (environ 18%) et de triglycérides (environ 11%). Ce film renferme également quelques protéines. Il est disposé à la surface de l'épiderme mais imprègne également les couches supérieures de la couche cornée. (34)

1. Le rôle protecteur et lubrifiant

Ce film lipidique est comparable à un lubrifiant assurant la protection, la cohésion et la souplesse du revêtement cutané. Il permet de retenir l'humidité et maintenir une bonne hydratation. Ainsi une diminution de sécrétion provoque une importante perte d'eau et d'électrolytes.

Le sébum recouvrant la surface de la couche cornée et des poils, les protège par l'imperméabilité de son émulsion et les entretient dans un état de souplesse convenable. La pénétration des substances étrangères est ainsi freinée.

Le sébum constitue aussi une efficace barrière chimique pour d'éventuels germes pathogènes. En effet, les acides gras présents dans le film cutané possèdent des propriétés anti-microbiennes.

De plus, comme précisé précédemment, le pH cutané est légèrement alcalin assurant ainsi la sélection d'une flore résidente non pathogène et protégeant la peau des agressions mycosiques. La flore résidente, qui maintient toujours un équilibre à son profit, constitue la barrière microbiologique. (35, 36)

2. Le rôle thermique

Une bonne lubrification du pelage facilite le processus physiologique d'horripilation et permet ainsi une meilleure lutte contre le froid.

3. Le rôle comportemental

Chez l'animal, le sébum a un rôle fondamental, voire vital, dans les phénomènes de communication chimique entre les individus, en élaborant les phéromones. Il détermine la reconnaissance des membres de l'espèce ou d'autres espèces. Il avertit de l'approche d'un prédateur. Il régit l'attraction sexuelle. Les glandes sébacées participent ainsi au marquage de la vie sociale. (19, 37)

DEUXIEME PARTIE : Partie expérimentale

La mesure de la production sébacée, effectuée avec un sébumètre, fait partie des critères évalués lors d'essais cliniques chez l'homme, notamment en dermo-cosmétique. Des premiers essais avec le SEBUMSCALE® de Delfin Technologies réalisés en mai 2019 sur une cohorte de chiens de chasse incluant deux races différentes, ont montré des fluctuations très importantes intra et inter-individuelles.

I. Question de recherche

En l'absence de données chez le chien, nous avons souhaité vérifier si la mesure de la quantité de sébum sur la peau du chien était possible avec un appareil utilisé en médecine humaine, comparer deux appareils de mesure du sébum du marché sur la peau du chien et évaluer et comparer la praticité des deux appareils.

II. Matériels et méthode

Le comité d'éthique SCIENCE ET SANTE ANIMALES N°115 a donné un avis favorable concernant l'utilisation des animaux à des fins scientifiques (avis SSA_2020_009).

A. Les animaux

Les animaux sont des chiens de propriétaires. Une partie de l'effectif est d'un ou plusieurs propriétaires de chiens qui ne peuvent pas se déplacer à la clinique, notamment des éleveurs. Une autre partie de l'effectif sont des animaux recrutés pour cette étude sur la base du volontariat au sein de l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse.

Le signalement de l'animal (nom, numéro d'identification, âge, race, sexe et poids) a été recueilli lors de la visite et un numéro a été attribué à chaque animal (annexe 2).

1. Nombre d'animaux nécessaires

Aucune étude n'ayant été réalisée à date, le nombre minimal d'animaux à recruter n'a pu être déterminé. Le nombre d'animaux dépendait donc de notre capacité de recrutement au sein des cliniques de l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse et à l'extérieur pendant 2 mois.

2. Critères d'inclusion et d'exclusion

Ces critères seront détaillés dans la partie résultats.

B. Sébumètres utilisés

Lors de cette expérimentation, deux sébumètres ont été utilisés afin de pouvoir les comparer. Le SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm et le SEBUMSCALE® de Delfin Technologies. (tableau n°1, annexe 3)

Tableau n°1 : Comparaison des deux sébumètres

	SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka	SEBUMSCALE® Delfin Technologies
Temps de mesure	30 secondes	10 à 20 secondes
Nomade	Base de lecture reliée à un ordinateur pour l'alimentation. Besoin de la base pour la lecture.	Oui Sur batterie, sans fil et sans unité de base. Lecture directe.
Gamme de mesure	0-300 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	0-150 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
Utilisation sur le chien	Oui (39)	Aucune publication trouvée

Ces deux sébumètres ont des techniques de mesure différentes.

Le SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm utilise une méthode photométrique. C'est une mesure directe de la sécrétion sébacée et est indépendante de la mesure de l'hydratation.

Celui-ci possède un film dépoli contenu dans une cassette. Le film plastique est mat et translucide (type verre dépoli), d'une épaisseur de 100 μm . La tête de mesure de la cassette a une surface de 64 mm^2 (8x8 mm). Un miroir est disposé sous le film de mesure à approximativement 1 mm. Il est relié à la cassette par un ressort qui assure une pression constante entre le film et la zone à mesurer.

La durée de la mesure qui est de 30 secondes est contrôlée par une horloge intégrée à l'appareil. La détermination du taux de sébum est réalisée par l'introduction de la tête de la cassette dans le tube de mesure. Une cellule analyse sa transparence. La lumière transmise représente le sébum contenu sur la zone mesurée. Un microprocesseur calcule les résultats, qui sont ensuite affichés sur l'écran en μg de sébum/ cm^2 de peau.



Figure n°7 : SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm, d'après le site officiel de Monaderm : monaderm.com

Le SEBUMSCALE® de Delfin Technologies est doté, quant à lui, d'une microbalance permettant la mesure du sébum présent sur la pastille. En effet, celui-ci est fourni avec plusieurs pastilles réutilisables une fois après nettoyage à l'alcool, qui se placent au niveau de la tête du sébumètre. La durée de la mesure est plus courte que pour le précédent sébumètre puisqu'elle n'excède pas 20 secondes. Les résultats, directement affichés sur le Sebumscale®, sont en μg de sébum/ cm^2 de peau.



Figure n°8 : SEBUMSCALE® de Delfin Technologies d'après le site officiel de Delfin Technologies : delfintech.com

C. Protocole expérimental

1. Evaluation clinique

Chaque animal a fait l'objet d'un examen clinique complet avant les mesures, incluant un examen clinique général et cutané. Cet examen a été réalisé par la même personne durant toute l'étude.

L'examen cutané permet d'évaluer 4 critères sur une échelle de 0 à 3 selon le tableau n°2.

Tableau n°2 : Evaluation macroscopique de la peau des chiens

	0	1	2	3
Brillance du poil	importante	modérée	faible	aucune
Squamosis	aucun	faible	modéré	important
Séborrhée grasse	aucune	faible	modérée	importante

Si des lésions cutanées supplémentaires étaient présentes, celles-ci ont été notées.

2. Evaluation de la quantité de sébum à la surface de la peau

Comme dit précédemment, deux sébumètres ont été utilisés pour cette étude.

Les mesures se font en posant l'appareil brièvement (entre 10 et 30 secondes selon le sébumètre) sur la peau du chien. La technique n'est pas invasive.

Trois mesures sont réalisées pour chaque appareil (figure n°10). Pour cela, une zone de 5 cm sur 7 cm est tondu sur la zone dorso-lombaire de chaque animal (figure n°9). Cette zone a été choisie car la densité de glandes sébacées y est importante.

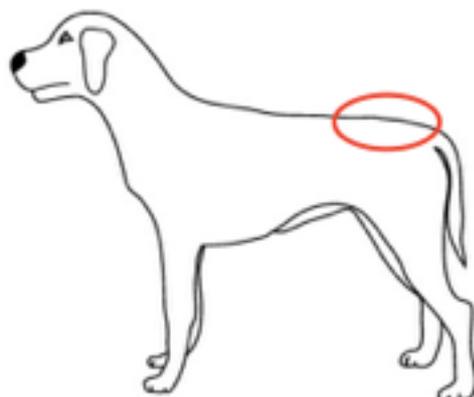


Figure n°9 : Schéma de la zone de mesure tondue lors des expérimentations

Un gabarit (figure n°10) est utilisé afin de respecter les zones de mesure avec trois points de mesure par appareil.

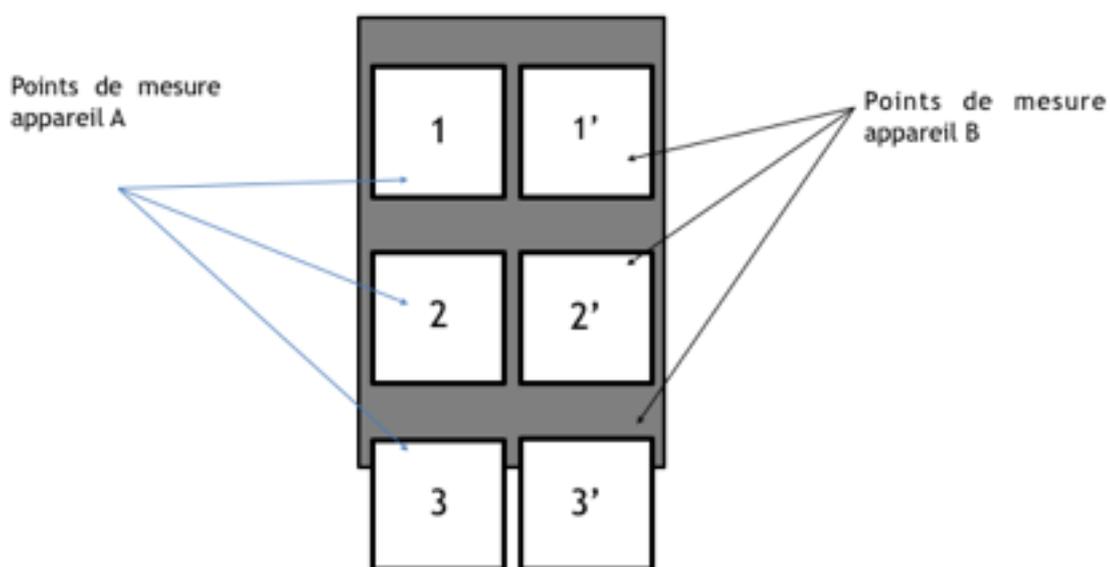


Figure n°10 : Schéma du gabarit utilisé lors des expérimentations

Pour chaque appareil, trois mesures successives sont réalisées sans superposition des zones de mesure car lors de la pose d'un appareil, le sébum se retrouve sur celui-ci, ce qui fait diminuer la quantité de sébum sur la peau.

Toutes les mesures sont réalisées par la même personne (même force d'application, même inclinaison des appareils) pour les deux appareils. De plus, une randomisation de l'ordre des mesures des appareils a été réalisée.

Pour effectuer ces mesures, les chiens sont restés immobiles pendant toute la durée de l'application de l'appareil sur leur peau.

D. Méthode d'analyse

Un support informatique a été utilisé pour l'analyse. Les données ont été saisies manuellement et analysées avec le tableur EXCEL (Microsoft®), version 2007. Les résultats ont été enregistrés et une moyenne ainsi qu'un écart type ont été calculés pour chaque zone mesurée, entre les valeurs du SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm et du SEBUMSCALE® de Delfin Technologies.

Une méthode graphique de Bland et Altman ainsi que le coefficient de Lin ont été utilisés pour l'analyse de la concordance de deux séries de mesure.

Le rapport de corrélation intra-classe a été utilisé pour analyser la corrélation entre les mesures de chaque appareil et l'évaluation macroscopique de la peau des chiens.

III. Résultats

A. La population de chiens

59 chiens ont été inclus au total dans cette expérimentation. Les critères d'inclusion sont les suivants :

- chiens âgés de 1 an minimum ;
- de toutes races (sauf races nordiques), de tous sexe et poids ;
- chiens en bonne santé générale ;
- aucune application de pipette anti-parasitaire et shampoing 1 semaine avant la mesure ;

- pas de baignade (sans shampoing) 6 heures avant la mesure ;
- l'alimentation du chien doit être inchangée depuis au moins 2 mois.

Ces critères d'inclusion permettent d'avoir accès à des animaux adultes n'ayant pas d'altération de leur film lipidique avant les mesures. (annexe 1)

Un tableau récapitulatif de la race, le sexe et l'âge de tous les animaux ayant participé à l'étude est présenté ci-dessous.

Tableau n°3 : Tableau présentant l'ensemble des chiens inclus dans l'expérimentation

Numéro du chien	Race	Sexe	Age
1	Rhodesian ridgeback	Mâle	1 an
2	Croisé Cane corso	Mâle	4 ans
3	Croisé Berger	Mâle stérilisé	2 ans
4	Golden retriever	Femelle	3 ans
5	Croisé Tervueren	Femelle stérilisée	3 ans
6	Croisé Malinois/Boxer	Femelle stérilisée	2 ans
7	Berger Hollandais	Mâle stérilisé	1 an
8	Border collie	Mâle stérilisé	3 ans
9	Croisé Pointer	Mâle stérilisé	3 ans
10	Croisé Labrador	Mâle stérilisé	8 ans
11	Beagle	Femelle stérilisée	4 ans
12	Labrador	Mâle	7 ans
13	Colley	Mâle	4 ans
14	Dalmatien	Mâle stérilisé	2 ans
15	Golden retriever	Femelle stérilisée	1 an
16	Croisé Griffon nivernais	Mâle	13 ans
17	Grand gascon saint ongrois	Mâle	6 ans
18	Croisé Border/Basenji	Femelle stérilisée	1 an
19	Croisé Border collie	Femelle stérilisée	3 ans
20	Braque de Weimar	Femelle	1 an
21	Border collie	Femelle stérilisée	2 ans

22	Bruno Saint Hubert	Mâle	6 ans
23	Français tricolore	Mâle	4 ans
24	Bruno Saint Hubert	Femelle	5 ans
25	Porcelaine	Femelle	8 ans
26	Croisé Ariégeois	Mâle	5 ans
27	American Staffordshire Terrier	Mâle	4 ans
28	Labrador	Femelle stérilisée	1 an
29	Croisé Berger australien	Mâle stérilisé	5 ans
30	Border collie	Femelle	5 ans
31	Beauceron	Femelle	3 ans
32	Beauceron	Femelle stérilisée	13 ans
33	Beauceron	Femelle	5 ans
34	Bouvier bernois	Femelle stérilisée	9 ans
35	Bouvier bernois	Femelle	1 an
36	Bouvier bernois	Femelle	13 ans
37	Bouvier bernois	Mâle	8 ans
38	Basset hound	Mâle	8 ans
39	Beauceron	Femelle	1 an
40	Beauceron	Femelle	7 ans
41	Basset hound	Femelle	8 ans
42	Basset hound	Mâle	2 ans
43	Basset hound	Mâle	2 ans
44	Basset hound	Femelle	1 an
45	Beauceron	Femelle	6 ans
46	Beauceron	Femelle	1 an
47	Beauceron	Femelle	1 an
48	Beauceron	Femelle	1 an
49	Beauceron	Femelle	7 ans
50	Beauceron	Femelle stérilisée	8 ans
51	Beauceron	Mâle	1 an
52	Beauceron	Femelle	1 an
53	Beauceron	Femelle	1 an

54	Beauceron	Femelle	1 an
55	Beauceron	Mâle stérilisé	1 an
56	Beauceron	Femelle stérilisée	2 ans
57	Basset hound	Mâle	2 ans
58	Basset hound	Femelle stérilisée	2 ans
59	Basset hound	Femelle	11 ans

Les critères d'exclusion sont les suivants :

- trouble cutané nécessitant un traitement approprié ;
- application de pipettes d'acides gras ;
- chien ayant une dermatite allergique aux piqûres de puces.

Ces critères d'exclusion permettent d'avoir accès à des animaux en bonne santé. La dermatite allergique aux piqûres de puces a été précisée car la zone atteinte par cette pathologie correspond à la zone d'étude (zone dorso-lombaire). (annexe 1)

B. Interprétation des résultats

Les résultats des mesures ont été répertoriés dans le fichier Excel suivant lors des expérimentations (tableau n°4).

Tableau n°4 : Données brutes obtenues lors des expérimentations

Chien N°	Sebumscale Delfin			Sebumetre CK			Score
	N°1	N°2	N°3	N°1	N°2	N°3	
1	0	0	0	0	0	0	0
2	28	1	12	21	16	11	3
3	9	9	9	0	0	0	1
4	9	10	15	0	0	0	1
5	4	10	9	0	0	0	0
6	1	9	10	0	0	0	0
7	0	10	3	0	0	0	0
8	2	16	10	0	0	0	1
9	10	10	10	1	2	0	0
10	1	2	0	3	0	0	1
11	9	0	0	1	0	0	0
12	9	0	0	0	1	0	4
13	5	5	10	12	5	4	3
14	0	0	9	0	0	0	0
15	4	6	12	4	0	2	0
16	1	4	9	3	1	3	2
17	1	1	0	6	5	12	4
18	0	8	1	0	0	0	0

19	9	1	1	0	0	0	1
20	3	0	1	0	1	1	0
21	9	9	9	5	3	1	1
22	7	19	11	89	64	71	3
23	15	31	2	41	50	44	6
24	1	0	9	71	13	8	2
25	0	13	12	34	34	38	5
26	3	11	5	25	50	40	4
27	0	0	9	0	1	2	0
28	1	0	9	0	0	0	4
29	0	9	0	0	0	0	0
30	0	2	14	0	0	0	2
31	0	12	1	0	0	0	2
32	2	24	10	15	4	1	5
33	0	10	15	0	1	0	3
34	9	0	1	3	3	1	3
35	13	0	0	0	1	5	1
36	0	1	1	12	5	6	6
37	2	12	0	0	0	0	4
38	20	7	19	20	26	17	5
39	6	18	11	0	0	0	3
40	1	1	11	0	0	0	5
41	1	13	5	27	11	8	5
42	0	15	0	0	3	2	1
43	9	0	0	0	0	0	0
44	9	0	0	0	0	0	2
45	3	0	0	3	0	0	2
46	14	1	0	0	0	0	2
47	1	8	1	0	0	0	1
48	0	9	19	2	0	1	1
49	3	4	4	0	0	0	3
50	7	0	4	0	1	1	1
51	1	0	1	1	0	0	0
52	16	15	9	0	2	5	0
53	2	3	10	0	0	0	2
54	2	8	9	0	0	0	1
55	16	1	4	0	1	0	0
56	21	0	8	1	0	0	2
57	2	14	6	7	10	7	0
58	20	4	4	47	22	12	3
59	21	2	21	46	34	56	1

1. Mesures sur l'effectif total

Le coefficient de concordance de Lin a été calculé et est de 0,2. L'interprétation de la valeur du coefficient de concordance de Lin est identique à celle du coefficient de concordance Kappa. Ainsi, nous pouvons utiliser la classification subjective de Landis et Koch (Landis and Koch, 1977) pour caractériser la concordance (tableau n°5). Selon cette classification, la corrélation est mauvaise.

Tableau n°5 : Classification de Landis et Koch d'après Landis and Koch, 1977

Coefficient Kappa	Interprétation
< 0	Très mauvais (Poor)
0-0,20	Mauvais (Slight)
0,21-0,40	Passable (Fair)
0,41-0,60	Moyenne (Moderate)
0,61-0,80	Bonne (Substantial)
0,81-1,00	Très bonne (Almost perfect)

Partik et coll. ont proposé une autre classification moins utilisée dans la littérature (tableau n°6) (Partik et al., 2002). Selon cette classification, la concordance est inacceptable.

Tableau n°6 : Classification de Partik et coll. d'après Partik et al., 2002

CC Lin	Interprétation
< 0,50	Inacceptable
0,51-0,60	Poor
0,61-0,70	Mediocre
0,71-0,80	Satisfactory
0,81-0,90	Fairly good
0,91-0,95	Very good
> 0,95	Excellent

La figure n°11 représente les valeurs mesurées du SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm en fonction du SEBUMSCALE® de Delfin Technologies. Si ces valeurs sont concordantes, alors elles tendent à être proches de la bissectrice tracée (droite à 45°). Or, nous pouvons constater que la droite de régression passant par les points présente des écarts très importants à la droite à 45° qui se traduisent par une valeur du coefficient de concordance de Lin bien inférieure à 1, traduisant donc une mauvaise concordance.

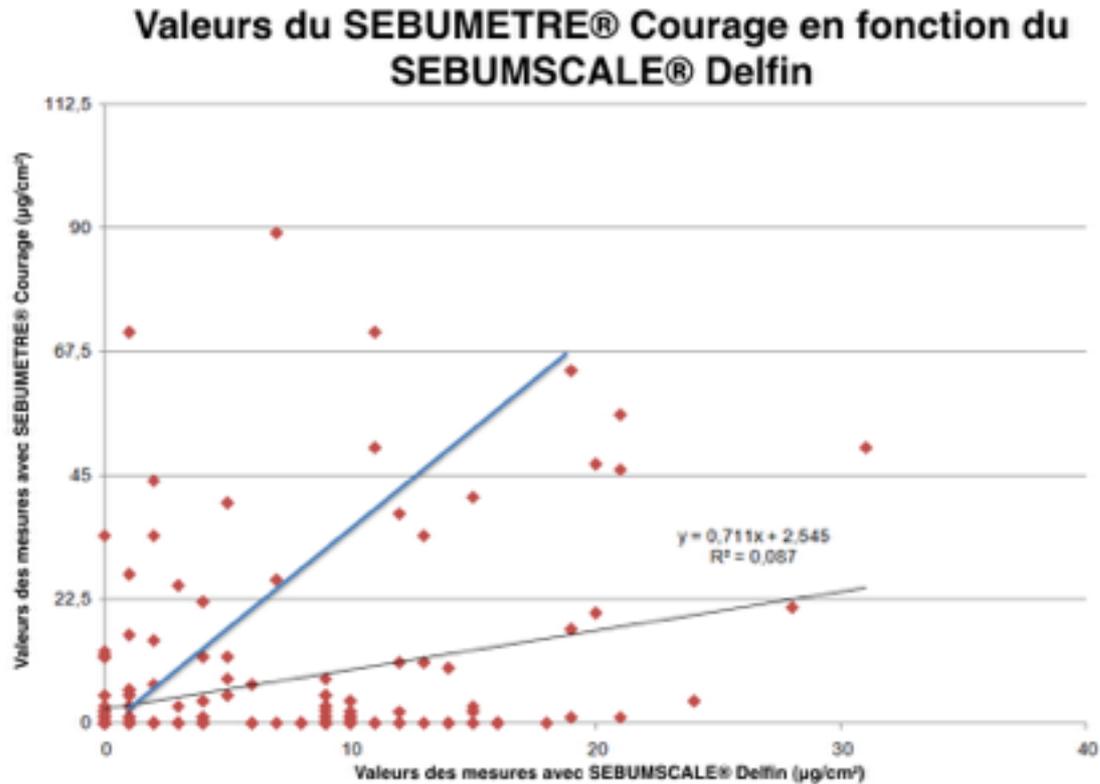


Figure n°11 : Représentation graphique des valeurs du SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm en fonction SEBUMSCALE® de Delfin Technologies (effectif total)

Afin d'avoir une représentation graphique plus précise de la concordance, la méthode Bland et Altman a été utilisée (figure n°12).

Avant de pouvoir tracer ce graphique, la méthode Bland et Altman nécessite de se fixer des objectifs afin d'évaluer la concordance des deux appareils.

En effet, il faut fixer un « biais » qui représente la moyenne des écarts des mesures entre les deux sébumètres mais aussi les limites d'agrément à 95% c'est à dire que cette méthode estime que 95% des écarts de mesures entre les deux sébumètres seront compris dans cet intervalle pré-défini. Nous sommes donc confrontés à un problème car aucune étude n'a été réalisée avant celle-ci, nous ne savons donc pas quelles valeurs de production sébacée attendre d'un chien en bonne santé.

Nous décidons donc de manière arbitraire de fixer les limites à $\pm 20 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ainsi qu'un biais à $\pm 5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Ce biais signifie que les deux méthodes de mesure sont concordantes si en moyenne, la deuxième méthode de mesure ne surestime ou ne sous-estime pas les valeurs par rapport à la première méthode de mesure de plus de $\pm 5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Les limites d'agrément signifient que les deux méthodes de mesure sont concordantes si la quasi-totalité des écarts (en valeur absolue) entre les deux séries de mesures provenant des deux méthodes de mesure est inférieure à $20 \mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Ces deux conditions nous permettent de savoir si les deux appareils sont concordants selon la méthode de Bland et Altman.

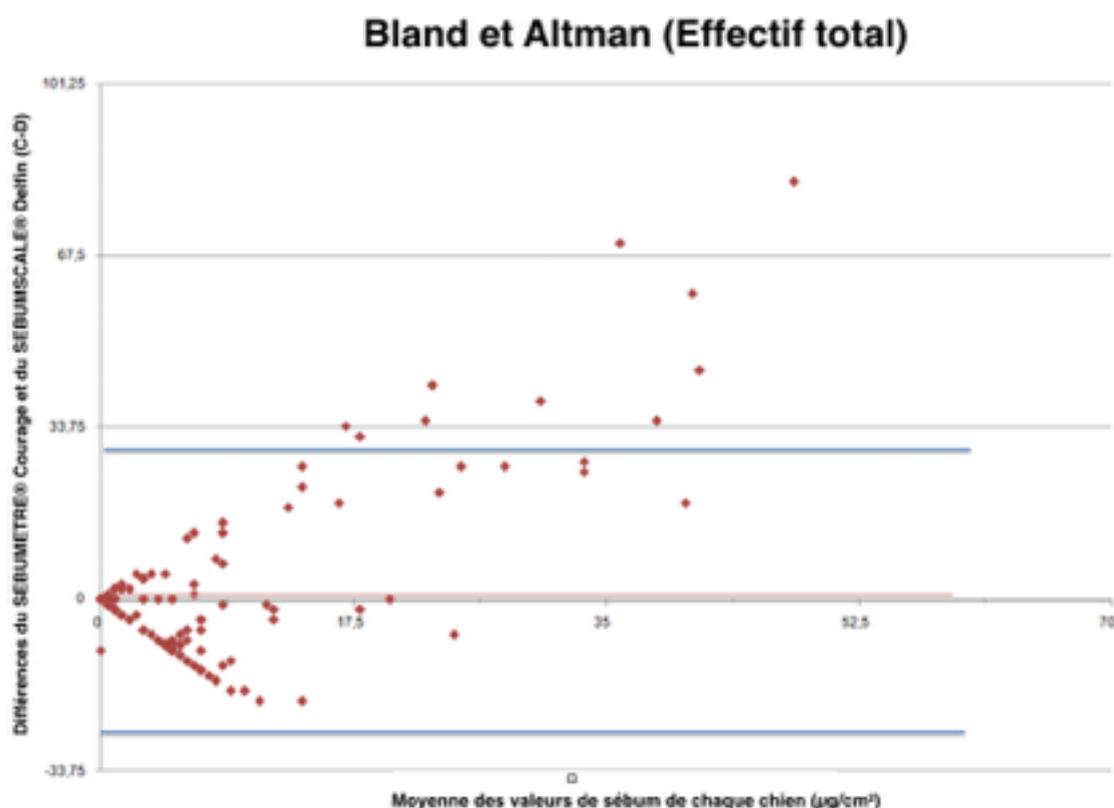


Figure n°12 : Représentation graphique Bland et Altman de l'effectif total

La droite rouge (quasiment sur l'axe des abscisses) représente le « biais » observé. Celui-ci est de $0,75 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ce qui signifie qu'en moyenne le SEBUMSCALE® de Delfin Technologies sous-estime les valeurs de sébum de $0,75 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ par rapport au SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm. L'intervalle de confiance à 95% de ce « biais » vaut $[-3 \mu\text{g}/\text{cm}^2 ; +4,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2]$. Cet intervalle de

confiance à 95% comprend la valeur « 0 », donc il n'y a pas de surestimation ou de sous-estimation significative. Le premier critère de Bland et Altman est vérifié.

Les deux droites bleues représentent les limites d'agrément à 95%. Elles ont pour ordonnées $-28,3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ et $+29,8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, respectivement pour les limites d'agrément inférieure et supérieure. Cette zone d'agrément estimée, définie par les valeurs de ces limites d'agrément à 95%, s'interprète de la façon suivante : la méthode de Bland et Altman estime que 95% des écarts de mesures entre les deux sébumètres sont compris entre $-28,3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ et $+29,8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Le deuxième critère de Bland et Altman n'est pas vérifié.

De plus, un certain nombre de points ne sont pas dans cet intervalle et plus la valeur de sébum obtenue est grande, plus l'erreur va être importante.

Au vue des mauvais résultats obtenus avec l'ensemble de l'effectif qui est très hétérogène, nous avons décidé de sélectionner une cohorte de chiens vivant dans les mêmes conditions environnementales, de la même race et avec la même alimentation afin d'éliminer le plus de biais possibles. Les moyennes et écarts-types des valeurs de ces chiens vivant dans les mêmes conditions environnementales, de la même race et avec la même alimentation ont été comparés avec chaque appareil pour estimer si les résultats peu concordants de l'effectif total étaient dus aux animaux ou aux sébumètres (figures n°13 et n°14).

Moyennes et écarts types des valeurs du SEBUMETRE® Courage

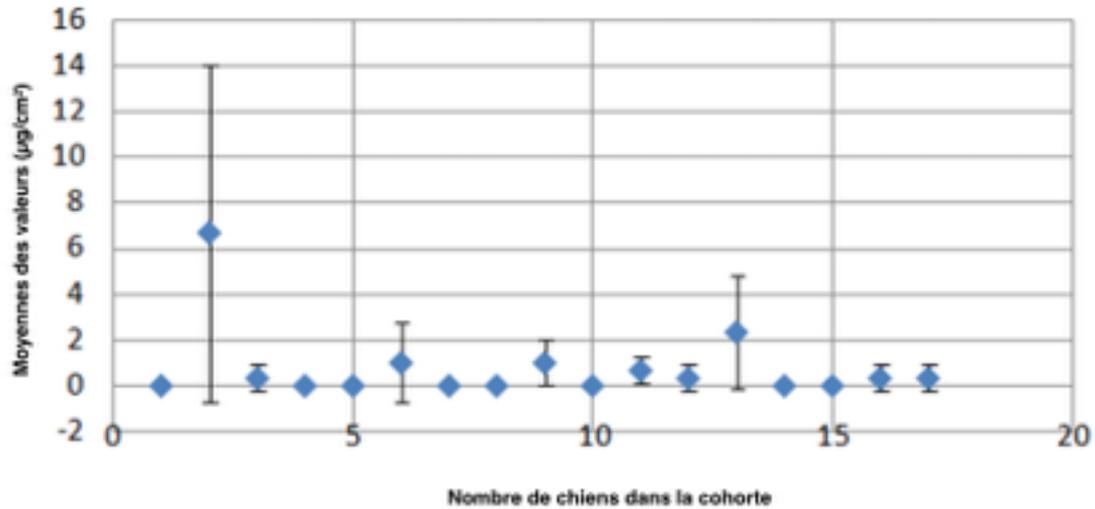


Figure n°13 : Moyennes et écarts types des valeurs de sébum mesurées avec le SEBUMSCALE® de Delfin Technologies

Moyennes et écarts types des valeurs du SEBUMSCALE® Delfin

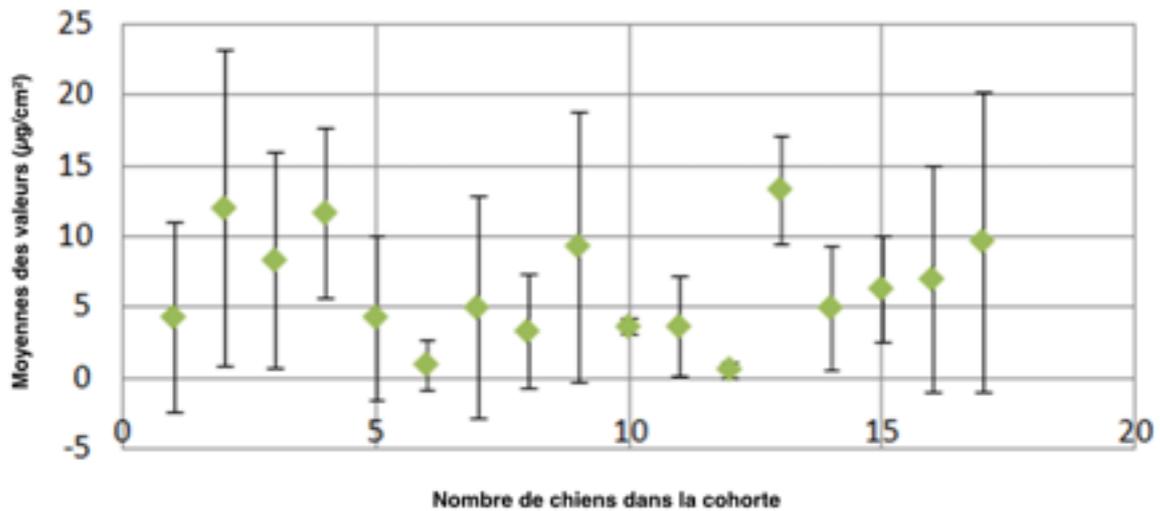


Figure n°14 : Moyennes et écarts types des valeurs de sébum mesurées avec le SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm

Les écarts types varient beaucoup au sein de chaque graphique alors que les chiens sont relativement homogènes. Nous pouvons donc en déduire que la différence observée est en grande partie due aux instruments utilisés.

2. Mesures sur la cohorte

Les données de cette cohorte de 17 chiens de race beauceron provenant d'un même élevage ont donc été exploitées de la même manière que précédemment.

Le coefficient de Lin obtenu est alors de 0,01. Selon la classification de Landis et Koch (tableau n°5), la concordance est mauvaise et selon la classification Partik et coll. (tableau n°6), la concordance est inacceptable.

Comme précédemment, le graphique des mesures de SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm en fonction SEBUMSCALE® de Delfin Technologies a été tracé (figure n°15). La droite de régression passant par les points est alors de nouveau très éloignée de la droite à 45° reflétant bien un coefficient de Lin faible et donc une mauvaise concordance.

Valeurs du SEBUMETRE® Courage en fonction du SEBUMSCALE® Delfin

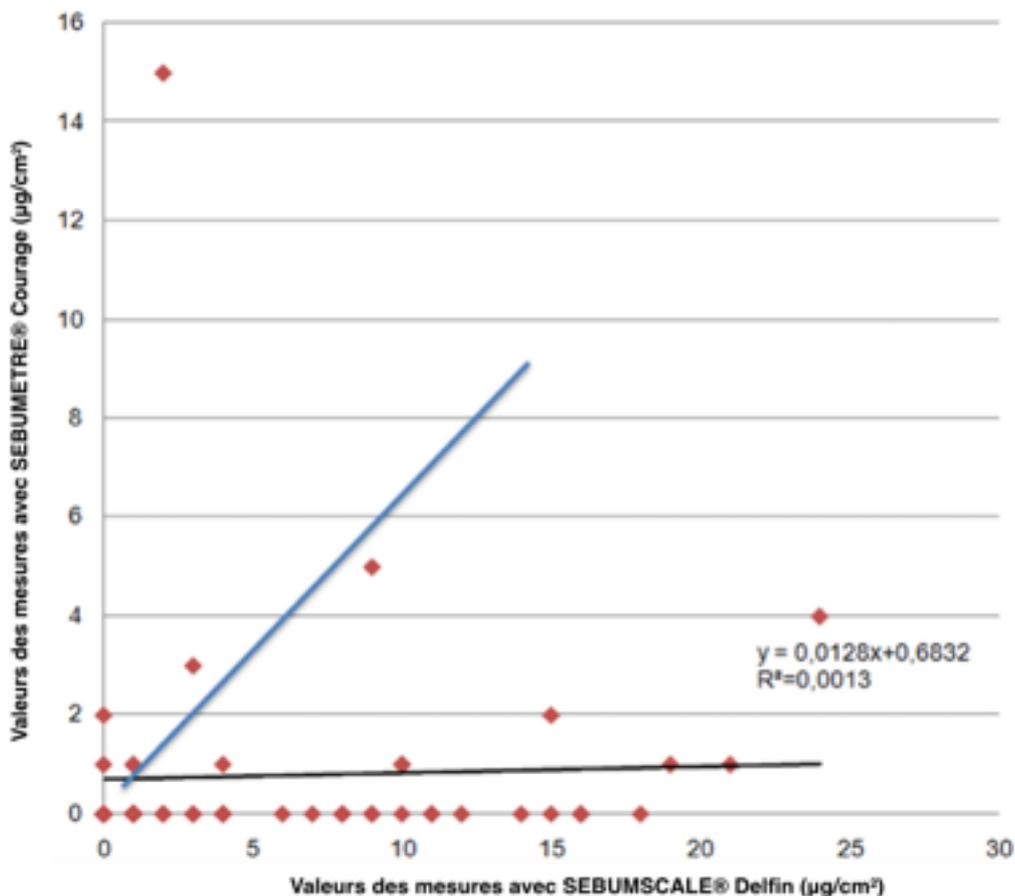


Figure n°15 : Représentation graphique des valeurs du SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm en fonction SEBUMSCALE® de Delfin Technologies (cohorte)

De la même manière, un graphique utilisant la méthode de Bland et Altman a été tracé afin de représenter au mieux la concordance entre les deux sébumètres (figure n°16). Le biais et les limites d'agrément précédents sont inchangés.

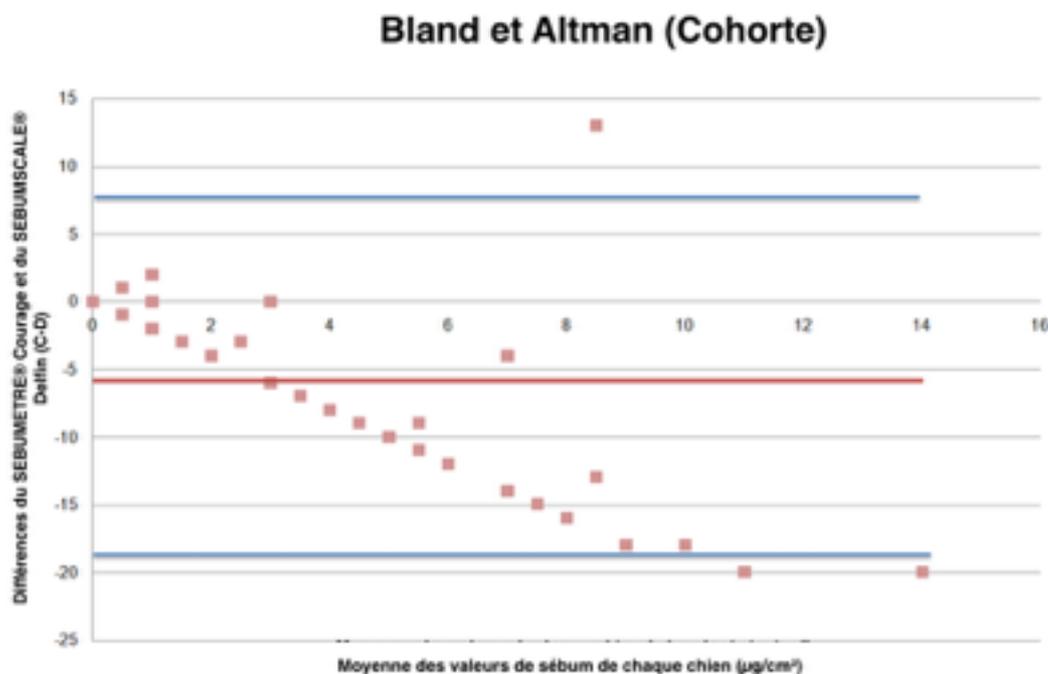


Figure n°16 : Représentation graphique Bland et Altman de la cohorte des 17 chiens

La droite rouge représente le « biais » observé. Celui-ci est de $-5,6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ce qui signifie qu'en moyenne le SEBUMSCALE® de Delfin Technologies sur-estime les valeurs de sébum de $5,6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ par rapport au SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm. L'intervalle de confiance à 95% de ce « biais » vaut $[-8,9 \mu\text{g}/\text{cm}^2 ; -2,4 \mu\text{g}/\text{cm}^2]$. Ce résultat est différent du précédent graphique incluant l'ensemble de l'effectif puisque l'intervalle de confiance comprenait la valeur « 0 », il n'y avait donc pas de sur-estimation ou de sous-estimation significative. Or, ici « 0 » n'appartenant pas à l'intervalle de confiance, il existe une sur-estimation significative du SEBUMSCALE® de Delfin Technologies par rapport au SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm.

De plus, ce biais est supérieur au biais imposé de $\pm 5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Le premier critère de Bland et Altman n'est donc pas vérifié.

Les limites d'agrément ont pour ordonnées, cette fois-ci, $-18,9 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ et $7,2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, respectivement pour les limites d'agrément inférieure et supérieure. Le deuxième critère de Bland et Altman est vérifié.

Nous pouvons en déduire que les deux méthodes de mesure ne sont pas concordantes.

C. Evaluation de la praticité des sébumètres

De plus, l'évaluation de la praticité des deux sébumètres a été effectuée. Celle-ci est subjective puisque j'ai été la seule personne à effectuer les mesures mais deux autres techniciens m'ayant aidé pendant les expérimentations ont le même avis sur la question. Les avantages et inconvénients ont été listés dans le tableau n°6.

Tableau n°7 : Avantages et inconvénients des deux sébumètres

	SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka	SEBUMSCALE® Delfin Technologies
Avantages	- Changement de film très rapide et pratique	- Temps de pose très court (10 à 20 secondes) - Portabilité sans nécessité de base de lecture (ordinateur) - Appareil ergonomique
Inconvénients	- Nécessité d'une base de lecture (ordinateur) - Temps de pose assez long (surtout si chiens turbulents)	- Changement de pastille délicat

Le SEBUMSCALE® de Delfin Technologies s'avère alors plus pratique que le SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm.

D. Corrélation entre les mesures et l'évaluation macroscopique de la peau

Le rapport de corrélation intra-classe a été utilisé pour évaluer la corrélation entre les mesures de chaque sébumètre et l'évaluation macroscopique de la peau des chiens.

Un rapport de corrélation proche de 1 indique une liaison forte entre les deux variables. Le tableau n°7 présente les résultats obtenus.

Tableau n°8 : Rapports de corrélation des deux sébumètres

	SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka	SEBUMSCALE® Delfin Technologies
Rapport de corrélation	0,457	0,455

Les rapports de corrélation des deux sébumètres sont très proches mais relativement faibles et nous permettent de déduire qu'il existe une dépendance faible entre les appareils et l'évaluation macroscopique de la peau des chiens. Cela nous conforte dans l'idée que les sébumètres ne sont pas exploitables chez le chien.

E. Discussion

Au vue des mauvais résultats obtenus à l'issue de cette étude, nous pouvons nous demander quels points auraient pu être améliorés, modifiés et quels biais éliminés.

Tout d'abord, les sujets de cette étude sont très hétérogènes. En effet, les 59 chiens rentrant dans cette étude ne sont pas de la même race, n'ont pas le même âge ni le même sexe et n'ont pas le même environnement ni la même alimentation. Or ces facteurs peuvent faire varier la production de sébum chez le chien.

Cependant, lorsqu'une cohorte de chiens a été isolée, éliminant certains de ces biais, c'est à dire l'environnement, la race ainsi que l'alimentation, les résultats ne sont pas meilleurs voire pires.

Le biais de l'âge et du sexe n'ont, par contre, pas pu être éliminés faute de sujets disponibles. Or comme expliqué précédemment, ces deux facteurs peuvent faire varier la production de sébum de manière plus ou moins importante. Cela pourrait expliquer en partie des mesures non concordantes.

De plus, chaque sujet n'a pu être examiné qu'une seule fois. Les mesures n'ont donc pas pu être répétées. Cela aurait permis de se poser la question de la répétabilité des mesures. Cependant, lors de l'étude pilote effectuée en 2019, chaque chien de la cohorte avait été examiné à plusieurs reprise, avec une très grande variabilité.

En revanche, un des biais importants a pu être éliminé dès la mise en place du protocole : la variabilité opérateur-dépendante. En effet, un seul opérateur a examiné l'ensemble des sujets et a réalisé ainsi toutes les mesures. Ce critère est particulièrement intéressant puisque cela permet aux appareils d'être appliqués sur la peau avec la même force de pression ainsi que la même inclinaison pour chaque mesure. L'évaluation macroscopique de la peau étant un critère très subjectif, il était primordial que le même opérateur effectue l'examen clinique sur tous les chiens.

En outre, n'ayant pas de nombre minimal à atteindre pour cette étude puisqu'aucune donnée n'est disponible à ce jour sur la mesure de la production sébacée chez le chien, le but était de recruter le plus de sujets possibles afin d'avoir un échantillon le plus large possible. 59 chiens est un nombre non négligeable et permet donc une bonne exploitation des données.

Enfin, l'un des critères qui pourrait expliquer cette mauvaise concordance entre les deux appareils et l'impossibilité de les utiliser en médecine vétérinaire est la présence de poils sur les zones de mesure. En effet, les sébumètres sont appliqués sur des zones glabres chez l'Homme telles que le front ou la joue. Cela n'est pas possible chez le chien car ces zones sont rares et le plus souvent dépourvues de glandes sébacées. La zone dorso-lombaire choisie lors du protocole est une des zones les plus riches en glandes sébacées, donc de sébum.

CONCLUSION

Dans cette étude, nous avons comparé les valeurs de deux appareils utilisés en médecine humaine afin de mesurer la production sébacée de la peau du chien. Le but de celle-ci était de démontrer si ces instruments étaient exploitables en médecine vétérinaire.

A l'issue des expérimentations, nous avons ainsi montré que la concordance entre les deux sébumètres était mauvaise quel que soit l'échantillon de sujets utilisé (effectif de 59 chiens hétérogènes ou cohorte de 17 chiens homogènes).

De plus, la comparaison pratique et subjective des deux appareils a montré une praticité supérieure concernant le SEBUMSCALE® de Delfin Technologies.

L'utilisation du SEBUMSCALE® de Delfin Technologies ainsi que du SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka de MonaDerm ne peut donc pas être envisagée au cours d'essais cliniques dermatologiques sur des chiens.

BIBLIOGRAPHIE

1. PAVLETIC, M.M. - *Atlas of small animal wound management and reconstructive surgery*. Lippincott J.B. Philadelphia, 2003, 4-13.
2. MULLER George H., KIRK Robert W., SCOTT Danny W. - Structure and function of the skin. In : *Small Animal Dermatology*. 7th ed. , 2021, 1-49.
3. HOLBROOK K. A. - Structure and development of the skin. In : N. A. Soter, H. P. Baden - *Pathophysiology of dermatologic diseases*. 2nd ed., New York, Mc Graw-Hill, 1991, 3-45.
4. HOLBROOK K. A., WOLFF K. - Structure and development of the skin. In : T.B. Fitzpatrick, T.B. Eisen, K. Wolff et al. - *Dermatology in general medicine*. 3rd ed., New York, Mc Graw-Hill, 1987, 93-131.
5. BURGESSON R.E. - Basement membranes. In : T. B. Fitzpatrick, T. B. Eisen, K. Wolff et al. - *Dermatology in general medicine*. 3rd ed., New York, Mc Graw-Hill, 1987, 288-303.
6. NESBITT Gene H. - Structure et fonctions de la peau. In : *Précis de dermatologie du chien et du chat*. 1986, Philadelphia, 1-14.
7. UITTO J., FAZIO M.J. - Biology and pathophysiology of the extracellular matrix of the dermis. In : N. A. Soter, H. P. Baden - *Pathophysiology of dermatologic diseases*. 2nd ed., New York, Mc Graw-Hill, 1991, 349-367.
8. PAUS R. et al. - *Neural mechanisms of hair growth control*. J Invest Dermatol Symp Proc, 1997 2-61.
9. LLOYD David H., PATEL Anita P. - Structure and function of the skin. In : *British Small Animal Veterinary Association Manual of Small Animal Dermatology*. 2nd ed., Wareham, 2003, 1-10.
10. EURELLE J.A.C., FRAPPIER B.L., DELLMANN H.D. - *Dellmann's Textbook of Veterinary Histology*. 6th éd. Iowa, USA: Wiley-Blackwell, 2006, 405.
11. ALHAIDARI Z., VON TSCHARNER C. - *Anatomie et physiologie du follicule pileux chez les carnivores domestiques*. Prat Med Chir Anim Com , 1997, 32-181
12. SCOTT Danny W. et al - *Feline dermatology 1900-1978: A monograph*. J Am Anim Hosp Assoc, 1980, 16-331.
13. BOTCHKAREV V.A. et al. - *Neutrophin-3 involvement in the regulation of hair follicle morphogenesis*. J Invest Dermatol, 1998.
14. WEINBERG W.C. et al. - *Modulation of hair follicle cell proliferation and collagenolytic activity by specific growth factors*. Ann N Y Acad Sci, 1991.

15. DEPLEWSKI D., ROSENFELD R.L. - *Role of hormones in pilosebaceous unit development*. Endocr Rev, 2000.
16. STENN K.S., PAUS R. - *Controls of hair follicle cycling*. Physiol Rev, 2001.
17. BENSIGNOR Emmanuel - *Connaitre la peau du chien et ses maladies*. 2001
18. GOLDSMITH Lowell A. - *Physiology, Biochemistry and Molecular Biology of the Skin*. 2d ed., New York, 1991.
19. McEWAN JENKINSON D. - Sweat and sebaceous glands and their function in domestic animals. In : *Proceedings of the First World Congress of Veterinary Dermatology*, Dijon, France, 1989. (Adv. Vet. Dermatol., 1990)
20. NEILSEN SW. - *Glands of the canine skin : morphology and distribution*. Am J Vet Res, 1953, 49:448.
21. MAITA K., ISHIDA K. - *Structure and development of the perianal gland of the dog*. Jpn J Vet Sci, 1975, 37-349.
22. ISITOR G.N., WEINMANN D.E. - *Origin and early development of canine circumanal glands*. Am J Vet Res, 1979, 40-487.
23. KONIG M. et al. - *Micromorphology of the circumanal glands and the tail gland area of dogs*. Val's Diergeneesk Tijdschr, 1985, 54-278.
24. EVANS Howard E., DE LAHUNTA Alexander - The integument. In : *Miller's Anatomy of the Dog*. 4th ed., 2013, 61-77.
25. SCHWARZ R. et al. - *Micromorphology of the skin (epidermis, dermis, submits) of the dog*. Onderstepoort J Vet Res, 1979, 46:105.
26. SCHUMMER A. et al. - *The Circulatory System, the Skin an the Cutaneous Organs of the Domestic Mammals*. Berlin, 1981, Verlag Paul Parey.
27. REITER L.V., TORRES M. WERTZ P.W. - *Characterization and quantification of ceramides in the nonlesional skin of canin patients with atopic dermatitis compared with control*. Vet Dermatol, 2009, 20:260-6.
28. YOON J., YOSHIHARA T., SASAKI A., et al. - *Characterization of overall ceramides in canine stratum corneum by mass spectrometry and the analysis of creamed classes in healthy dogs and dogs with atopic dermatitis*. Vet Dermatol, 2010, 21:535.
29. CLARYS P., BAREL A. - *Quantitative evaluation of skin surface lipids*. Clin Dermatol, 1995, 13:307.
30. OH W.S., OH T.H. - *Mapping of the dog skin based on biophysical measurements*. Vet Dermatol 2010, 21:367-372.

31. RUEDISUELI F.L., EASTWOOD N.J., GUNN N.K. et al. - The measurement of skin pH in normal dog of different breed. In : KWOCKHA KW., WILLEMSE T., VON TSCHARNER C. eds. *Advances in Veterinary Dermatology*, Vol 3. Oxford: Butterworth-Heineman, 1998, 521-2.
32. BOURDEAU P. - *Notions sur la glande sébacée et quelques aspects de son fonctionnement*. Point vét. 1983, 15, 75, 347-352
33. THIBOUTOT D.M., STRAUSS J.S.- Diseases of the sebaceous glands. In: Freedberg I.M. et al (eds.). *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 6th ed. McGraw-Hill, New York, 2003, 672-687
34. NISHIFUJI Koji, YOON Ji-Seon, IWASAKI Toshiroh, IDE Kaori, ISHIOROSHI Sinpei. - Skin lipid profiling in normal and seborrhoeic shih tzu dogs. In : TORRES Sheila M.F., FRANCK Linda A., HARGIS Ann M. *Advances in Veterinary Dermatology*, Vol 7. Vancouver, Canada, 2012, 92-97.
35. SMITH K.R., THIBOUTOT D.M. - *Sebaceous gland lipids : friends or foe ?* J Lipid Res, 2008, 49:271-281.
36. ZOUBOULIS CC., BARON JM., BOHM M. et al. - *Frontiers in sebaceous glands biology and pathology*. Exp Dermatol, 2008, 17:542-551.
37. ELIAS P.M., FEINGOLD K.R., FLUHR J.W. - Skin as an organ of protection. In: Freedberg I.M. et al (eds.). *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 6 ed. McGraw-Hill, New York, 2003, 107-117
38. KLEIN A, HERIPRET D. - *Place de la dermatologie en consultation chez les carnivores domestiques*. Point Vet, 2015: 353
39. YOUNG L. et al - *Age, Breed, Sex and Period Effects on Skin Biophysical Parameters for Dogs Fed Canned Dog Food*. Waltham International Symposium: Pet Nutrition Coming of Age, 2002

ANNEXE 1 : CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ DU PROPRIÉTAIRE DES ANIMAUX

CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ DU PROPRIÉTAIRE DES ANIMAUX

Nom du propriétaire :

Identité de l'animal :

Numéro d'identification de

Propriétaire	Nom :	Adresse :
	Prénom :	
	Téléphone :	Email :
Animal	Nom :	Puce/tatouage :
	Race :	Sexe : <input type="checkbox"/> mâle <input type="checkbox"/> femelle <input type="checkbox"/> stérilisé
	Age (années) :	Poids (kg) :
Lieu de vie	<input type="checkbox"/> maison <input type="checkbox"/> appartement <input type="checkbox"/> ferme <input type="checkbox"/> chenil <input type="checkbox"/> élevage <input type="checkbox"/> autre :	
Alimentation	<input type="checkbox"/> sec <input type="checkbox"/> humide <input type="checkbox"/> sec et humide <input type="checkbox"/> maison Marque :	

l'animal :

L'étude clinique concernant « Mesure du sébum chez le chien » m'a été clairement expliquée par le vétérinaire et je consens à ce que mon animal participe à cette étude.

L'étude consiste à réaliser des mesures de sébum sur le chien à l'aide d'appareils non invasifs. Une seule visite est prévue. Les prises de mesures sont non douloureuses. Le seul inconvénient est que le chien doit rester immobile pendant 3 minutes et qu'une zone du dos sera tondu (7 cm x 5 cm).

J'ai été clairement informé des risques potentiels : irritation de la peau, stress de la contention et de la tonte, absence de repousse de poils.

En cas d'observations de ces symptômes, je m'engage à prévenir immédiatement l'investigateur :

Jessie BRUN - recherche-clinique@envt.fr ou 05 61 19 23 38

Juliette ERNOULT - juliette.ernoult_16@envt.fr

Je comprends que je peux retirer mon animal de l'étude à tout moment.

J'autorise l'accès au dossier médical de mon animal par les personnes habilitées et, éventuellement les autorités compétentes, la plus stricte confidentialité étant préservée. Il en est de même pour les données me concernant (nom, téléphone et adresse).

Les résultats obtenus lors de cette étude feront l'objet d'un rapport à usage interne de l'école nationale vétérinaire de Toulouse. Ils pourront également être diffusés à la communauté scientifique sous forme de communication orale ou affichée lors de congrès ou séminaire ; la plus stricte confidentialité pour les données me concernant ou concernant le signalement individuel de mon animal sera respectée.

Date :

Signature du propriétaire :

ANNEXE 2 : FICHES CLINIQUES

VISITE D'INCLUSION (J0)

CHIEN N° 1

Date de la visite :

VÉRIFICATION DES CRITÈRES D'INCLUSION

- chien âgé de 1 an minimum	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
- de toutes races, de tous sexe et poids	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
- chiens en bonne santé générale	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
- aucune application de pipette antiparasitaire et shampoing 1 semaine avant la mesure	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
- pas de baignade (sans shampoing) 6h avant la mesure.	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non

VÉRIFICATION DES CRITÈRES DE NON INCLUSION

- chien de races nordiques	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
- trouble cutané nécessitant un traitement approprié	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
- application de pipettes d'acides gras	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
- chien à DAPP	<input type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non

Inclusion : aucune croix ne doit figurer dans les cases grises

Enregistré par : _____ Date (JJMMMAA) : _

EXAMEN CLINIQUE GÉNÉRAL :

Système corporel	Normal	Commentaire (si vous avez répondu « non » commentez)
Etat général	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/>
Appareil respiratoire	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/>
Appareil cardio-vasculaire	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/>
Muqueuses	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/>
Yeux	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/>
Oreilles	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/>
Autres systèmes ?	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/>

Traitements cutanés au cours du dernier mois

Nom déposé (ou principe actif)	Dose	Fréquence	Date d'application

EXAMEN CUTANÉ :

	0	1	2	3
squamosis	aucun	faible	modéré	important
séborrhée grasse	aucune	faible	modérée	importante
brillance du pelage	importante	modérée	faible	aucune
Total				

Autres lésions :

Examiné par : _____ Date (JJMMMAA) : _

Enregistré par : _____ Date (JJMMMAA) : _

(si différent de « Examiné par »)

PRÉLÈVEMENTS :

Type de prélèvement	Codes	Conservation
Dosage des lipides : 2 écouvillons stériles imbibés de la solution Synelvia. Sur le dos	SEBUM-2020 Chien 1- <i>date</i> LIPIDES	-20 °C

MESURE DU SÉBUM ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

3 mesures successives pour chaque appareil de la quantité de sébum sur une zone préalablement tondu en région dorsale.

Ne pas faire les mesures au même endroit !

Appareil A

SebumScale (Delfin)

Sebumeter (Courage and
Khazaka)

Appareil B

SebumScale (Delfin)

Sebumeter (Courage and
Khazaka)

1		
2		
3		

Ordre des mesures :

Noter dans le tableau l'ordre des mesures effectuées.

*Par exemple : 1^{er} mesure effectué avec l'appareil A, noter A1,
deuxième mesure avec appareil B, noter B1...*

1 ^{er} mesure	2 ^{ème} mesure	3 ^{ème} mesure	4 ^{ème} mesure	5 ^{ème} mesure	6 ^{ème} mesure

REMARQUES ET OBSERVATIONS :

--

Examiné par : _____ Date (JJMMMAA) : _

Enregistré par : _____ Date (JJMMMAA) : _

(si différent de « Examiné par »)

ANNEXE 3 : PRIX DES SÉBUMÈTRES

	SEBUMETRE® SM815 Courage and Khazaka	SEBUMSCALE® Delfin Technologies
Prix consommables	Cassette 450-500 mesures 70€	50 pastilles utilisables environ 10 fois = 500 mesures 245€
Prix Achat/ location	Base : 850€ Sebumètre : 1090€ Location : 450€ 1 ^{er} mois -75% des frais de location 35€ de frais de port	Achat : 2950€ Location : 600€ 1mois 1110€ 2mois 1350€ 3 mois 90€ de frais de port

NOM, Prénom : ERNOULT, Juliette Fanny Maeva

TITRE : MESURE DE LA PRODUCTION SEBACEE CHEZ LE CHIEN : COMPARAISON DE DEUX METHODES

TITLE : SEBACEOUS PRODUCTION'S MEASURE OF THE DOG : COMPARISON OF TWO METHODS

Thèse d'Etat de Doctorat Vétérinaire : Toulouse, 2021

RESUME :

La dermatologie est un domaine médical représentant une grande part des consultations vétérinaires et de nombreux produits (lotions, shampoings) sont mis au point grâce aux essais cliniques. Cette thèse expérimentale a pour but de mesurer la production sébacée chez le chien à l'aide d'instruments utilisés en médecine humaine afin de pouvoir utiliser la quantité de sébum comme paramètre supplémentaire lors de ces essais en pratique courante. Dans un premier temps, la peau mais surtout la production sébacée des chiens sont décrites afin de comprendre l'intérêt de la mesure du sébum lors de suivis d'animaux souffrant de pathologies dermatologique. Les expérimentations ainsi que les résultats sont ensuite présentés. Enfin, la discussion est amenée afin de comprendre les résultats obtenus. Ces expérimentations n'ont pas montré de concordance entre les instruments, leur utilisation n'est donc pas possible.

Dermatology is a medical field representing a large part of veterinary consultations and many products (lotions, shampoos) are developed through clinical trials. The objective of this experimental thesis is to measure sebaceous production in dogs using instruments used in human medicine in order to be able to use the amount of sebum as an additional parameter in these tests in current practice. Initially, the skin but especially the sebaceous production of dogs are described in order to understand the interest of the measurement of sebum during follow-up of animals suffering from dermatological pathologies. The experiments and the results are then presented. Finally, the discussion is conducted in order to understand the results obtained. These experiments have not shown any agreement between the instruments, so their use is not possible.

MOTS CLES : Sébum, dermatologie, chien, production sébacée

KEY WORDS : Sebum, dermatology, dog, sebaceous production

JURY :

PRESIDENT Monsieur le Professeur Gérard CAMPISTRON

ASSESEUR Madame la Professeure Marie-Christine CADIERGUES

ASSESEUR Monsieur le Docteur Faouzi LYAZHRI

DATE DE SOUTENANCE : Vendredi 15 octobre 2021