

## **CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON**

Année 2023 - Thèse n° 029

# **ETUDE EXPERIMENTALE DE LA BARRIÈRE CUTANÉE DES SERPENTS ET ETUDE RETROSPECTIVE DES CAS DE DERMATOSES SUR 242 SERPENTS PRÉSENTES DANS 4 CLINIQUES ET CENTRES HOSPITALIERS VÉTÉRINAIRES**

## **THESE**

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1  
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 30 juin 2023  
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

HOMERIN Anne-Lise



**CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON**

Année 2023 - Thèse n° 029

**ETUDE EXPERIMENTALE DE LA BARRIERE  
CUTANEE DES SERPENTS ET ETUDE  
RETROSPECTIVE DES CAS DE DERMATOSES SUR  
242 SERPENTS PRESENTES DANS 4 CLINIQUES ET  
CENTRES HOSPITALIERS VETERINAIRES**

**THESE**

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1  
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 30 juin 2023  
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

HOMERIN Anne-Lise



## Liste des enseignants du Campus Vétérinaire de Lyon (20-03-2023)

Pr	ABITBOL	Marie	Professeur
Dr	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Pr	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Dr	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Pr	BECKER	Claire	Professeur
Dr	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Dr	BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences
Pr	BENOIT	Etienne	Professeur
Pr	BERNY	Philippe	Professeur
Pr	BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	Professeur
Dr	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
Dr	BRUTO	Maxime	Maître de conférences
Dr	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
Pr	BUFF	Samuel	Professeur
Pr	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
Dr	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
Pr	CADORÉ	Jean-Luc	Professeur
Pr	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Professeur
Pr	CHABANNE	Luc	Professeur
Pr	CHALVET-MONFRAY	Karine	Professeur
Dr	CHANOIT	Gullaume	Professeur
Dr	CHETOT	Thomas	Maître de conférences
Pr	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Professeur
Pr	DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	Professeur
Pr	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Dr	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
Dr	FRIKHA	Mohamed-Ridha	Maître de conférences
Dr	GALIA	Wessam	Maître de conférences
Pr	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	Professeur
Dr	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Dr	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Dr	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Dr	JOSSON-SCHRAMME	Anne	Chargé d'enseignement contractuel
Pr	JUNOT	Stéphane	Professeur
Pr	KODJO	Angeli	Professeur
Dr	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Dr	LAABERKI	Maria-Halima	Maître de conférences
Dr	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Pr	LE GRAND	Dominique	Professeur
Pr	LEBLOND	Agnès	Professeur
Dr	LEDOUX	Dorothee	Maître de conférences
Dr	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Dr	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Maître de conférences
Dr	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
Pr	LEPAGE	Olivier	Professeur
Pr	LOUZIER	Vanessa	Professeur
Dr	LURIER	Thibaut	Maître de conférences
Dr	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences
Pr	MARCHAL	Thierry	Professeur
Dr	MOSCA	Marion	Maître de conférences
Pr	MOUNIER	Luc	Professeur
Dr	PEROZ	Carole	Maître de conférences
Pr	PIN	Didier	Professeur
Pr	PONCE	Frédérique	Professeur
Pr	PORTIER	Karine	Professeur
Pr	POUZOT-NEVORET	Céline	Professeur
Pr	PROUILLAC	Caroline	Professeur
Pr	REMY	Denise	Professeur
Dr	RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
Pr	ROGER	Thierry	Professeur
Dr	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
Pr	SCHRAMME	Michael	Professeur
Pr	SERGENTET	Delphine	Professeur
Dr	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Dr	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
Dr	VIRIEUX-WATRELOT	Dorothee	Chargé d'enseignement contractuel
Pr	ZENNER	Lionel	Professeur





## Remerciements au jury

### **A Monsieur le Professeur Jean-François NICOLAS,**

*De l'Université Claude Bernard Lyon 1, Faculté de médecine de Lyon,*

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

Pour l'intérêt porté à notre travail,

Hommages respectueux.

### **A Madame la Docteure Marion MOSCA,**

*De VetAgro Sup, Campus Vétérinaire de Lyon,*

Pour avoir accepté d'encadrer mon travail. Pour sa disponibilité, ses conseils, sa pédagogie et sa rigueur, qu'elle trouve ici l'expression de mon respect le plus profond.

### **A Monsieur le Professeur Didier PIN,**

*De VetAgro Sup, Campus Vétérinaire de Lyon,*

Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse,

Pour sa disponibilité, ses conseils et l'intérêt porté à notre travail,

Sincères remerciements.

### **A Madame Barbara GINEYS,**

*Membre invité, titulaire CAND (Capacitaire Animaux Non Domestiques)*

Elevage d'ophidiens Barbara JNS

Pour son accueil, ses conseils, son aide et sa patience, Également pour toutes les connaissances qu'elle a partagées et l'intérêt qu'elle a porté à notre travail,

Sincères remerciements.



## Table des matières

Liste des annexes.....	11
Table des figures.....	13
Table des tableaux.....	19
Liste des abréviations.....	23
Introduction.....	26
Partie 1 : Etude bibliographique de la barrière cutanée et des dermatoses des serpents .....	29
A) La barrière cutanée des serpents.....	29
a. Anatomie et physiologie.....	29
i. Structure et fonction de la peau des serpents .....	30
ii. La mue : particularité physiologique des reptiles.....	30
b. Les paramètres caractérisant la barrière cutanée .....	34
i. La Perte Insensible en Eau (PIE) .....	35
ii. Le taux d'hydratation.....	36
iii. Le potentiel Hydrogène (pH).....	37
Ce qu'il faut retenir .....	39
B) Les dermatoses des serpents en consultation .....	41
a. Les espèces et leurs lieux de vie .....	41
b. Les dermatoses.....	43
i. Dermatoses infectieuses : parasitaires, virales, bactériennes et fongiques.....	43
Parasites.....	43
Acariens .....	43
Helminthes .....	45
Virus .....	45
La maladie des corps d'inclusion .....	46
Bactéries .....	47
La maladie des ampoules .....	49
Champignons .....	50
La maladie fongique des serpents .....	52
ii. Traumatismes .....	53
Morsures et plaies causées par les proies .....	54

Abrasions .....	54
Abscesses .....	55
Brûlures .....	56
iii. Néoplasies .....	58
c. Une grande importance de la zootechnie .....	61
Ce qu'il faut retenir .....	63
Partie 2 : Etude expérimentale des paramètres de la barrière cutanée .....	65
A) Objectif du projet d'étude.....	65
B) Etude expérimentale .....	67
a. Matériel et méthode .....	67
i. Matériel .....	66
ii. Méthode .....	67
iii. Analyses statistiques .....	68
b. Résultats .....	69
i. Perte Insensible en Eau (PIE) .....	71
ii. Potentiel Hydrogène (pH) .....	75
iii. Cornéométrie ou taux d'hydratation .....	77
c. Discussion .....	81
Ce qu'il faut retenir .....	84
Partie 3 : Etude rétrospective sur 4 cliniques et centres hospitaliers universitaires vétérinaires (CHUV) des affections chez les serpents en captivité (242 cas sur 1 an) .....	87
A) Objectif du projet d'étude.....	87
B) Etude rétrospective .....	89
a. Matériel et méthode .....	89
b. Résultats .....	90
i. Espèces, âges et sexes .....	90
ii. Motifs de consultation .....	91
iii. Motifs de consultation en consultation de dermatologie .....	92
Prévalence des affections dermatologiques .....	92
Prédisposition des espèces présentées .....	93
Etiologies .....	94
Abscesses et abrasions .....	94

Morsures et griffures .....	94
Brûlures .....	94
Affections fongiques .....	95
Hématome .....	95
Affection parasitaire .....	95
Maladies systémiques .....	95
Prise en charge des affections les plus fréquentes .....	96
Abcès, abrasions, morsures, griffures et brûlures .....	96
Affections fongiques .....	96
Hématome .....	96
Affection parasitaire .....	96
Maladies systémiques .....	97
Infections secondaires.....	97
c. Discussion .....	98
Ce qu'il faut retenir .....	101
Conclusion .....	103
Bibliographie .....	107
Annexes .....	119



## Liste des annexes

<b><i>Annexe 1 : Consentement éclairé qui a été rempli par les propriétaires des serpents des élevages dans lesquels les mesures ont été réalisées.....</i></b>	<b>119</b>
<b><i>Annexe 2 : Tableau de collecte des données, envoyé aux structures vétérinaires pour l'étude prospective.....</i></b>	<b>120</b>
<b><i>Annexe 3 : Questionnaire de collecte des données, laissé de côté en début d'étude au profit du tableau (Annexe 2), jugé plus facile à remplir. Ce questionnaire a été établi au début des travaux, l'étude portait alors plus spécifiquement sur les brûlures chez les serpents.....</i></b>	<b>121</b>



## Table des figures

- Figure 1 :** (a) Serpent de l'espèce *Python regius* avalant un rat. (Club Aquaterra VetAgro Sup, Léo Guyot, 2021), (b) Un serpent avale un poisson-chat, Texas (Etats-Unis). © CATERS/SIPA. (Tassart Anne-Sophie 2018). Sur ces deux photographies, nous pouvons remarquer les zones de jonction étirées entre les écailles.....30
- Figure 2 :** Dissection d'un serpent de la famille des boïdés avec mise en évidence des deux hemipénis (flèches rouges), des deux éperons vestigiaux (flèche jaune) et d'une des glandes cloacales (flèche bleu). (Richard S. Funk and James E. Bogan Jr. 2019).....31
- Figure 3 :** Schéma d'une vue en coupe transversale de la peau des serpents montrant la conformation des écailles et le rôle des deux types de kératines. Horny scale : écaille cornée, Hinge region : Zone charnière, Epidermis : Epiderme, Dermis : Derme, keratine : kératine. (O'Malley Bairbre 2005).....31
- Figure 4 :** Schéma bilan de l'organisation des différents chromatophores dans le derme, vue en coupe transversale. (d'après Vitt et Caldwell 2014).....32
- Figure 5 :** Histologie sur une coupe transversale de peau de serpent. (d'après Paterson 2006) .....32
- Figure 6 :** (a) Serpent du genre *Pantherophis* en mue, opacification cornéenne bien visible. (Club Aquaterra VetAgro Sup 2022) (b) Mue, partie crâniale, d'un serpent du genre *Lampropeltis* avec présence des deux lunettes cornéennes. (Richard S. Funk and James E. Bogan Jr. 2019) .....34
- Figure 7 :** Formule du pH, avec [H+] représentant la valeur de la concentration en ion hydrogène de la solution mesurée. (Source : Homerin Anne-Lise) .....37
- Figure 8 :** Sonde de pH avec vue agrandie de l'électrode dans le tube en verre. (du Plessis, Stefaniak, Wilhelm 2018).....38
- Figure 9 :** Arbre taxinomique des serpents, avec les familles et sous-familles pour les espèces les plus représentées en captivité. (d'après Richard S. Funk and James E. Bogan Jr. 2019 et Bulliot 2001) .....41
- Figure 10 :** (a) *Ophionyssus natricis* ; visualisation de la forme adulte au microscope (grossissement x200) (James F.X. Wellehan and Heather D.S. Walden 2019), (b) infestation sur un serpent (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016) et (c) cycle du parasite. (Wozniak, DeNardo 2000).....44
- Figure 11 :** (a) Cellulite bactérienne périoculaire chez un *Python molure birman*. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019) On note la présence d'un gonflement localisé, les écailles sont écartées, il y a une coloration rosée de la peau et quelques pétéchies. (b) Cellulite ventrale

<i>étendue chez un Python regius. (Sources : Homerin Anne-Lise, Dr. Delattre Pierre-Maxime, DocNac Marcq-en-Barœul 2022) .....</i>	<i>48</i>
<b><i>Figure 12 : Maladies des ampoules ; (a) vésicules et bulles remplies de liquide et (b) après rupture. (Richard S. Funk and Rodney W. Schnellbacher 2019; Stephen J. Divers 2019a).....</i></b>	<b><i>49</i></b>
<b><i>Figure 13 : Maladie fongique des serpents ; (a) expression clinique des lésions cutanées, (b) aspect macroscopique d'une colonie d'Ophidiomyces ophiodiicola. (John V. Rossi 2019).....</i></b>	<b><i>53</i></b>
<b><i>Figure 14 : Brûlures de 3<sup>ème</sup> degré prises en charge après 1 mois d'évolution chez un Morelia variegata. Certaines zones, rosées, ont commencé à cicatriser. D'autres, suintantes, présentaient une infection secondaire. La peau, encore attachée et décollée sur certaines zones, est nécrosée (on peut notamment voir le changement de couleur ; coloration brune). (Source : Dr. Delattre Pierre-Maxime, DocNac, Marcq-en-Barœul, 2022).....</i></b>	<b><i>57</i></b>
<b><i>Figure 15 : (a) Séance de photobiomodulation sur une plaie de brûlure après deux mois d'évolution chez un Morelia variegata et (b) comparaison de l'aspect de la plaie avant et (c) après la séance. (Sources : Homerin Anne-Lise, Dr. Delattre Pierre-Maxime, DocNac Marcq-en-Barœul 2022) .....</i></b>	<b><i>58</i></b>
<b><i>Figure 16 : Schéma des différentes zones de mesures. (Source : Homerin Anne-Lise) .....</i></b>	<b><i>68</i></b>
<b><i>Figure 17 : (a) Photographie d'une mesure de la PIE sur un serpent du genre Pantherophis, (b) du pH et (c) du taux d'hydratation sur deux serpents du genre Python. (Sources : Club Aquaterra VetAgro Sup, Unité de dermatologie VetAgro Sup, Homerin Anne-Lise 2021) .....</i></b>	<b><i>68</i></b>
<b><i>Figure 18 : Photographies de quatre serpents issus des quatre genres sur lesquels les mesures ont été effectuées : (a) Boa constrictor imperator, (b) Python regius, (c) Lampropeltis, (d) Pantherophis guttatus. (Source : Club Aquaterra, VetAgro Sup 2022) .....</i></b>	<b><i>70</i></b>
<b><i>Figure 19 : Répartition des valeurs de PIE en fonction des zones de mesures et des genres de serpents. Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « PIE » pour chaque zone et chaque genre). (Source : Homerin Anne-Lise) .....</i></b>	<b><i>72</i></b>
<b><i>Figure 20 : Répartition des valeurs de PIE en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Python. Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « PIE » pour chaque zone, les ● représentent la moyenne de 3 mesures successives d'un individu pour la zone donnée, le ◆ représente la moyenne de toutes les mesures sur tous les individus du genre Python pour la zone donnée). Les accolades présentant un astérisque sur leur sommet schématisent les groupes entre lesquels il existe des différences significatives. (Source : Homerin Anne-Lise).....</i></b>	<b><i>73</i></b>

**Figure 21 : Répartition des valeurs de PIE en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Boa.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « PIE » pour chaque zone, les ● représentent la moyenne de 3 mesures successives d'un individu pour la zone donnée, le ◆ représente la moyenne de toutes les mesures sur tous les individus du genre Boa pour la zone donnée). Les accolades présentant un astérisque sur leur sommet schématisent les groupes entre lesquels il existe des différences significatives. (Source : Homerin Anne-Lise).....74

**Figure 22 : Répartition des valeurs de pH en fonction des genres de serpents et des zones de mesures.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « pH » pour chaque genre et chaque zone). (Source : Homerin Anne-Lise) .....75

**Figure 23 : Répartition des valeurs de pH en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Python.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « pH » pour chaque zone, les ● représentent la moyenne de 3 mesures successives d'un individu pour la zone donnée, le ◆ représente la moyenne de toutes les mesures sur tous les individus du genre Python pour la zone donnée). Les accolades présentant un astérisque sur leur sommet schématisent les groupes entre lesquels il existe des différences significatives. (Source : Homerin Anne-Lise).....76

**Figure 24 : Répartition des valeurs de taux d'hydratation en fonction des genres de serpents et des zones de mesures.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « taux d'hydratation » pour chaque genre et chaque zone). (Source : Homerin Anne-Lise).....77

**Figure 25 : Répartition des valeurs du taux d'hydratation en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Python.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « taux d'hydratation » pour chaque zone, les ● représentent la moyenne de 3 mesures successives d'un individu pour la zone donnée, le ◆ représente la moyenne de toutes les mesures sur tous les individus du genre Python pour la zone donnée). Les accolades présentant un astérisque sur leur sommet schématisent les groupes entre lesquels il existe des différences significatives. (Source : Homerin Anne-Lise).....79

**Figure 26 : Répartition des valeurs du taux d'hydratation en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Lampropeltis.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « taux d'hydratation » pour chaque zone, les ● représentent la moyenne de 3 mesures successives d'un individu pour la zone donnée, le ◆ représente la moyenne de toutes les mesures sur tous les individus du genre Lampropeltis pour la zone donnée). Les accolades présentant un



astérisque sur leur sommet schématisent les groupes entre lesquels il existe des différences significatives. (Source : Homerin Anne-Lise).....80

**Figure 27 : Répartition selon les espèces des 242 serpents vus en consultation dans les quatre cliniques et CHUV** (Les autres espèces (ligne 1) sont : *Orthriophys teanuria*, *Scaphiophis albopunctatus*, *Simalia boeleni*, *Ragheris moilensis*, *Sanzinia madagascariensis*, *Drymarchon melanusus*, *Bothrochilus albertissi*, *Trimesurus irsularis*, *Antaresia childreni*, *Oreocryptophis porphyraceus pulchra*, *Eryx conicus*, *Leiopython albertisii*). Les *Pythons*, *Boas* et *Morelia* sont les genres de serpents les plus souvent rencontrés en consultation. (Source : Homerin Anne-Lise).....90

**Figure 28 : Répartition en diagramme circulaire des 242 cas en fonction du motif de consultation.** Les motifs de consultation les plus fréquents sont les affections respiratoires, les bilans de santé et identifications, les affections cutanées et les affections digestives. (Source : Homerin Anne-Lise) .....91

**Figure 29 : Répartition des différents motifs de consultation en fonction des cliniques et centres hospitaliers.** Les affections respiratoires, cutanées et digestives sont les plus fréquentes. La clinique du village d'Auteuil, centre de référé, reçoit peu de serpents pour des bilans de santé ou des identifications mais beaucoup pour des affections, notamment respiratoires et dermatologiques. (Source : Homerin Anne-Lise) .....91

**Figure 30 : Répartition des affections cutanées parmi les 41 cas présentés pour motif dermatologique.** Les abcès représentent le motif de consultation principal, avec 25 cas, dont 19 présentés à la clinique de référés du Village d'Auteuil. (Source : Homerin Anne-Lise).....92

**Figure 31 : Répartition selon les espèces des 41 serpents vus en consultation de dermatologie dans les quatre structures vétérinaires.** Les *Boas* sont les genres de serpents les plus souvent rencontrés en consultation de dermatologie. (Source : Homerin Anne-Lise).....93





## Table des tableaux

<b><u>Tableau I</u> : Molécules antifongiques utilisées chez les reptiles. ICI : Intra Cloacal. (D'après Eric Klaphake, Paul M. Gibbons, Kurt K. Sladky 2018; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016) .....</b>	<b>52</b>
<b><u>Tableau II</u> : Molécules utilisées en chimiothérapie anti-cancéreuse chez les reptiles. ICe : Intra Cœlomique, IM : Intra Musculaire, IV : Intra Veineux, PO : Per Os, SC : Sous Cutané. (D'après Eric Klaphake, Paul M. Gibbons, Kurt K. Sladky 2018; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016).....</b>	<b>60</b>
<b><u>Tableau III</u> : Répartition des âges et sexes dans les différents genres de la population étudiée. (Source : Homerin Anne-Lise) .....</b>	<b>71</b>
<b><u>Tableau IV</u> : Tableau des moyennes et écart-types pour la variable « PIE » par genre de serpents et par zone de mesures. (Source : Homerin Anne-Lise) .....</b>	<b>71</b>
<b><u>Tableau V</u> : Valeurs des p-value d'après le test de Nemenyi pour la PIE en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Python. Sont représentées en caractères gras les valeurs de p-value inférieures à 0,05 qui mettent en évidence des différences significatives entre les mesures des zones concernées. (Source : Homerin Anne-Lise) .....</b>	<b>73</b>
<b><u>Tableau VI</u> : Valeurs des p-value d'après le test de Nemenyi pour la PIE en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Boa. Sont représentées en caractères gras les valeurs de p-value inférieures à 0,05 qui mettent en évidence des différences significatives entre les mesures des zones concernées. (Source : Homerin Anne-Lise) .....</b>	<b>74</b>
<b><u>Tableau VII</u> : Tableau des moyennes et écart-types pour la variable « pH » par genre de serpents et par zone de mesures. (Source : Homerin Anne-Lise) .....</b>	<b>75</b>
<b><u>Tableau VIII</u> : Valeurs des p-value d'après le test de Nemenyi pour le pH en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Python. (Source : Homerin Anne-Lise) .....</b>	<b>76</b>
<b><u>Tableau IX</u> : Tableau des moyennes et écart-types pour la variable « taux d'hydratation » en fonction des genres de serpents et des zones de mesures. (Source : Homerin Anne-Lise).....</b>	<b>77</b>
<b><u>Tableau X</u> : Valeurs des p-value d'après le test de Nemenyi pour le taux d'hydratation en fonction des zones pour les serpents du genre Python. Sont représentées en caractères gras les valeurs de p-value inférieures à 0,05 qui mettent en évidence des différences significatives entre les mesures des zones concernées. (Source : Homerin Anne-Lise) .....</b>	<b>78</b>
<b><u>Tableau XI</u> : Valeurs des p-value d'après le test de Nemenyi pour le taux d'hydratation en fonction des zones pour les serpents du genre Lampropeltis. Sont représentées en caractères gras les valeurs de p-value inférieures à 0,05 qui mettent en évidence des différences significatives entre les mesures des zones concernées. (Source : Homerin Anne-Lise) .....</b>	<b>79</b>

**Tableau XII : Résumé des différences significatives entre les valeurs des trois paramètres dans les cinq différentes zones.** Les serpents du genre *Pantherophis* ne présentaient de différences significatives entre aucune des zones pour aucun des paramètres. Les serpents du genre *Python* ont une PIE plus faible en zones dorsales par rapport à la tête et aux zones ventrales, ils ont également un pH plus élevé en zone caudo-ventrale en comparaison aux zones dorsales. Enfin, leur taux d'hydratation est plus faible ventralement que dorsalement. Les serpents du genre *Lampropeltis* ont un taux d'hydratation plus élevé ventralement que dans la zone cranio-dorsale. Enfin, la PIE des serpents du genre *Boa* est inférieure en zone caudo-dorsale par rapport à la zone caudo-ventrale. CrV = zone cranio-ventrale, (c) sur la figure 16, CaV = zone caudo-ventrale, (d) sur la figure 16, CrD = zone cranio-dorsale, (a) sur la figure 16, CaD = zone caudo-dorsale (b) sur la figure 16, T = tête (zone inter-mandibulaire), (e) sur la figure 16. (Source : Homerin Anne-Lise) .....82





## Liste des abréviations

ARN : Acide Ribonucléique

CaD : Zone caudo-dorsale (mesure (b) sur la figure 16)

CaV : Zone caudo-ventrale (mesure (d) sur la figure 16)

CHOP : Cyclophosphamide – Hydroxyadriamycine – Oncovin™ (Vincristine) - Prednisone

CH(U)V : Centre(s) Hospitalier(s) (Universitaire((s)) Vétérinaire(s))

CrD : Zone cranio-dorsale (mesure (a) sur la figure 16)

CrV : Zone cranio-ventrale, (mesure (c) sur la figure 16)

FEDIAF : Fédération Européenne De l'Industrie des aliments pour Animaux Familiers

G- : Gram négatives (bactéries)

G+ : Gram Positives (bactéries)

HE : Hématoxyline et Eosine (coloration)

IBD : Inclusion Body Disease = Maladie des corps d'inclusion

ICe : Intra Cœlomique

ICI : Intra Cloacal

IM : Intra Musculaire

IV : Intra Veineux

NAC : Nouveaux Animaux de Compagnie

PCR : Polymerase Chain Reaction = Réaction de Polymérase en Chaîne

pH : Potentiel Hydrogène

PIE : Perte Insensible en Eau

PO : Per Os

RT-PCR : Reverse Transcriptase PCR (sur ARN)

SC : Sous Cutané

SNC : Système Nerveux Central

T : Tête (zone inter-mandibulaire, mesure (e) sur la figure 16)

TMP : Température(s) Moyenne(s) Préférentielle(s)





## Introduction

Les nouveaux animaux de compagnie (NAC), qui inclut les petits mammifères, les oiseaux et les reptiles sont de plus en plus présents dans les foyers en Europe et dans le monde. En 2019, il y avait plus de deux millions de reptiles dans les foyers français et plus de trois millions en 2022 selon le rapport de la Fédération Européenne De l'Industrie des aliments pour Animaux Familiers (FEDIAF). (Sheelah Delestre 2022 ; Fediaf 2022) Ainsi d'avantage de vétérinaires s'orientent vers la médecine des NAC et celle-ci est en plein essor afin de répondre à une demande et des exigences grandissantes des propriétaires de ces animaux.

La dermatologie désigne une spécialité des médecines humaine et vétérinaire qui étudie la peau, les muqueuses et les phanères (poils, griffes, vibrisses...). Bien que la peau des serpents diffèrent de celle des mammifères par la présence d'écaille, elle joue le même rôle de protection de l'organisme. Il s'agit en effet d'une barrière qui les protège contre la déshydratation, les abrasions, les radiations ultra-violetes et qui permet les échanges de gaz, d'eau et de chaleur (thermorégulation). (Paterson Sue 2006)

Une autre particularité dermatologique physiologique de certains reptiles, notamment les serpents, et qu'il existe un phénomène régulier de mue, qui consiste à changer l'intégralité de différentes couches de la peau pour les remplacer par de nouvelles. Elle est indispensable à la croissance chez les jeunes serpents et permet de maintenir une efficacité des différents rôles de la peau chez les adultes. Les affections touchant le derme ou l'épiderme peuvent modifier cette faculté à muer et cela peut avoir des conséquences graves sur l'état de santé de tout l'organisme.

Les affections dermatologiques des serpents sont des motifs fréquents de consultation en clinique vétérinaire des NAC. Elles sont facilement repérables et entraînent fréquemment un défaut de mue qui sera remarqué par le propriétaire. Plusieurs d'entre elles sont liées aux conditions environnementales qui peuvent être un phénomène déclenchant, favorisant ou aggravant des dermatoses. Plusieurs types d'affections sont décrites ; bactériennes, fongiques, virales, parasitaires, traumatiques, nutritionnelles, endocriniennes ou encore néoplasiques. (Paterson Sue 2006)

Une meilleure connaissance des paramètres cutanés, des dermatoses les plus fréquentes et des bonnes pratiques de zootechnie permettrait d'améliorer la prévention et la prise en charge des affections dermatologiques chez les serpents en pratique vétérinaire des NAC. C'est pourquoi ce travail s'intéresse dans un premier temps à établir une revue de la bibliographie sur la barrière cutanée des serpents et sa physiologie. Il répertorie également les dermatoses existantes chez les serpents et les liens mis en évidence dans la littérature entre celles-ci et les facteurs environnementaux. Dans un second temps, il présente une étude expérimentale menée sur quatre genres de serpents et sur cinq zones du corps pour collecter trois paramètres de caractérisation de la barrière cutanée : la perte insensible en eau (PIE), le potentiel hydrogène (pH) de la surface de la peau et le taux d'hydratation. Enfin, une étude rétrospective menée sur un an dans 4 structures vétérinaires fait l'état des lieux des espèces, des motifs de consultation, des étiologies des dermatoses et des principaux traitements actuellement connus et mis en place chez les serpents.



# Partie 1 : Etude bibliographique de la barrière cutanée et des dermatoses des serpents

## A) La barrière cutanée des serpents

### a. Anatomie et physiologie

#### i. *Structure et fonction de la peau des serpents*

Comme chez tous les animaux, la peau des serpents est une barrière qui a un rôle de protection contre la déshydratation, les radiations, les rayonnements ultra-violet, les abrasions et de contrôle des échanges (eau, gaz...). Elle joue également un rôle dans les interactions sociales et environnementales. (Paterson Sue 2006)

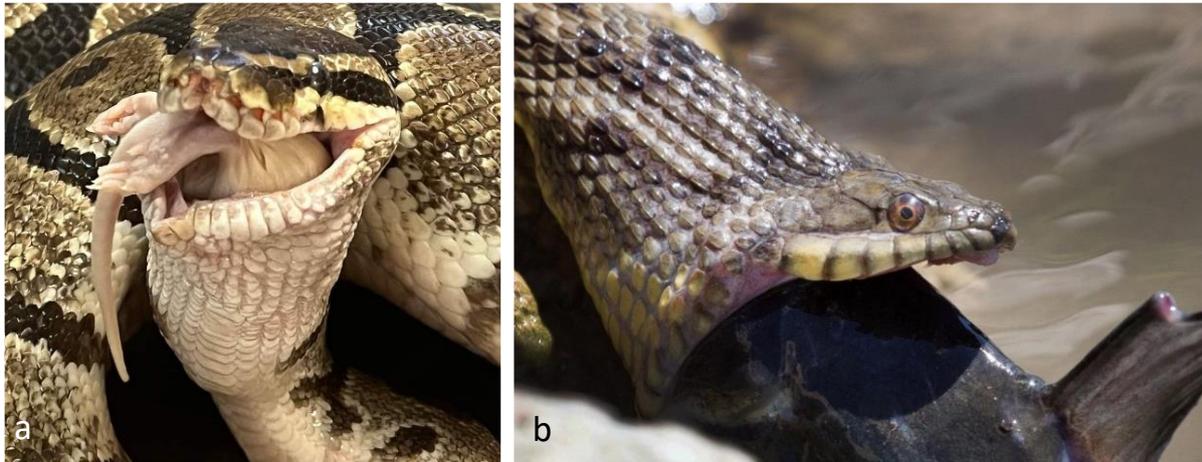
D'après une étude de 2002, la barrière cutanée se met en place avec ses propriétés définitives après la première mue chez les serpents juvéniles et on observe une différence avant et après la première mue entre les valeurs de paramètres cutanés qui seront décrits ci-après ; le taux d'hydratation, le potentiel hydrogène (pH) et la perte insensible en eau (PIE). (Tu et al. 2002)

La particularité de la peau des reptiles est d'être couverte d'écailles. Les reptiles ont des écailles d'origine épidermique mais qui sont constituées de plis de couches épidermiques et dermiques. (Figure 3) Ainsi elles ne sont pas détachables de la peau, contrairement à celles des poissons. Sur l'ensemble du corps, mise à part la tête, ces écailles se recouvrent les unes les autres. Les écailles dorsales et latérales sont généralement en forme de losanges, petites (quelques millimètres) et organisées en quinconce, tandis que les écailles ventrales (ou gastropèges, (O'Malley Bairbre 2005) sont rectangulaires et plus larges ; elles recouvrent toute la face ventrale et sont disposées en une seule bande depuis la partie proximale et jusqu'au cloaque. Elles assurent la protection de ces organismes apodes lors de leurs déplacements par reptation. (Richard S. Funk and James E. Bogan Jr. 2019)

Les écailles sont relativement mobiles entre elles ; des zones de jonction composées d' $\alpha$ -kératine, souples, séparent chaque écaille et jouent le rôle de charnières pour assurer la mobilité du corps et l'extension de celui-ci lors d'ingestion de proie par exemple. (Figure 1) La surface des écailles quant à elle est très rigide grâce aux  $\beta$ -kératines qui assurent la force et la résistance de la peau pour protéger l'organisme. (O'Malley Bairbre 2005) (Figure 3)

Il existe chez certaines familles de serpents (*Boidae*, *Pythonidae*, *Loxocemidae* et *Tropidophiidae*) des structures kératinisées vestigiales paires de part et d'autre du cloaque. (Figure 2) Elles sont appelées des éperons. Ce sont des os courts recouverts de kératine et articulés avec un os plus long situé dans la cage thoracique, un muscle inséré sur cet os sert à fléchir et à étendre les éperons. (O'Malley Bairbre 2005) Chez certaines espèces (les plus étudiées étant les boïdés), les caractéristiques de l'éperon diffèrent selon le sexe ; les éperons sont plutôt larges et développés chez les mâles et plus petits chez les femelles. (Hoefler, Robinson, Pinou 2021) Chez les mâles boïdés et chez certains grands pythonidés comme le *Python molure*, ils permettent des déplacements rapides lors de la reproduction et sont

utilisés lors des bagarres entre mâles. (Slip, Shine 1988 ; Carpenter, Murphy, Mitchell 1978 ; Gillingham, Chambers 1982)



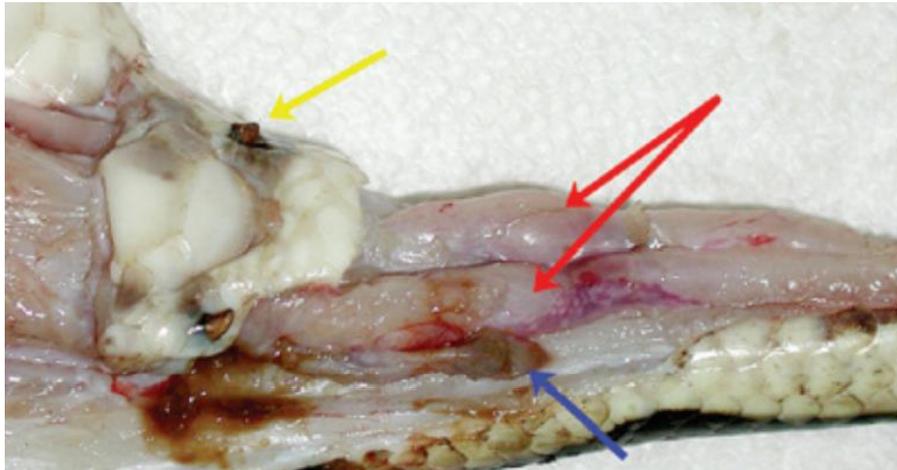
**Figure 1 :** (a) *Serpent de l'espèce Python regius avalant un rat.* (Club Aquaterra VetAgro Sup, Léo Guyot, 2021), (b) *Un serpent avale un poisson-chat, Texas (Etats-Unis).* © CATERS/SIPA. (Tassart Anne-Sophie 2018). Sur ces deux photographies, nous pouvons remarquer les zones de jonction étirées entre les écailles.

La peau est divisée en différentes parties, de l'extérieur vers l'intérieur, on retrouve l'épiderme puis le derme. Les couches de l'épiderme sont aux nombres de trois (Paterson Sue 2006) :

- La *stratum corneum* : c'est la couche la plus externe, elle est fortement kératinisée. Elle est elle-même divisée en 3 couches ; la couche d'Oberhäutchen, la couche  $\alpha$ -kératinisée, et la couche  $\beta$ -kératinisée qui est plus épaisse à la surface des écailles qu'à la jonction. (Figure 3)
- La couche intermédiaire : elle est composée de cellules issues de la *stratum germinativum* à différents stades de développement et produit un film lipidique qui joue un rôle majeur pour l'imperméabilité de la peau et la minimisation des pertes d'eau.
- La *stratum germinativum* (ou *germinatum*) : c'est la couche la plus interne, elle est composée de cellules cuboïdes qui produisent des protéines (la kératine surtout) et qui fournissent les nouvelles cellules de la couche intermédiaire.

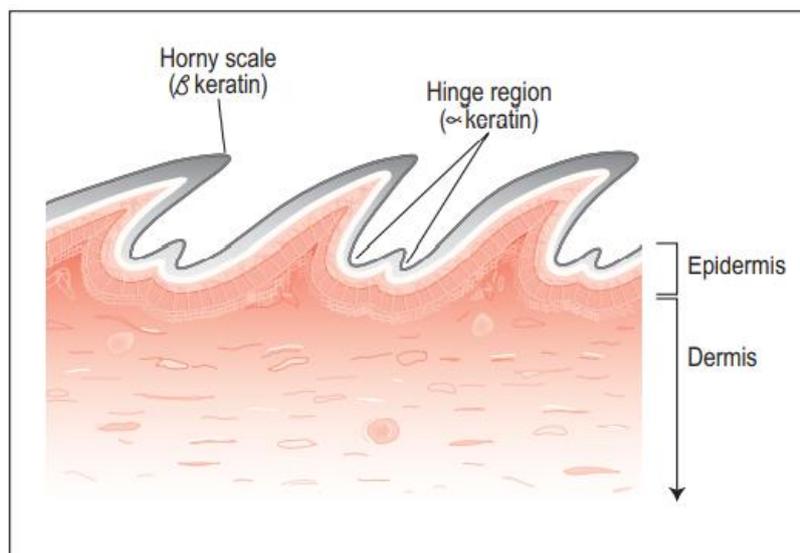
Les serpents ont une glande paire et symétrique située à la base de la queue, dorsalement aux héli pénis chez les mâles. Les glandes ont une forme ovoïde à sphérique, leur couleur varie du blanc brillant à un jaune terne et elles sont toujours recouvertes d'une épaisse capsule de tissu conjonctif. Cette capsule sert d'accroche aux muscles striés squelettiques qui permettent la vidange des glandes. Ces glandes débouchent sur le bord extérieur de l'ouverture cloacale. (Young, Marsit, Meltzer 1999) (Figure 2) C'est la composition relative en différents lipides qui donne une odeur spécifique, soit une identité propre à chaque individu. La principale fonction de la glande cloacale est la défense ; d'après les auteurs, le contenu de la glande serait éliminé comme signal d'alarme en cas de danger. Elle joue également un rôle

dans le comportement reproducteur et l'attraction sexuelle. Enfin chez certaines espèces, elle module les conditions environnementales de l'habitat de vie. (Oldak 1976)



**Figure 2 :** Dissection d'un serpent de la famille des boïdés avec mise en évidence des deux hemipénis (flèches rouges), des deux éperons vestigiaux (flèche jaune) et d'une des glandes cloacales (flèche bleu). (Richard S. Funk and James E. Bogan Jr. 2019)

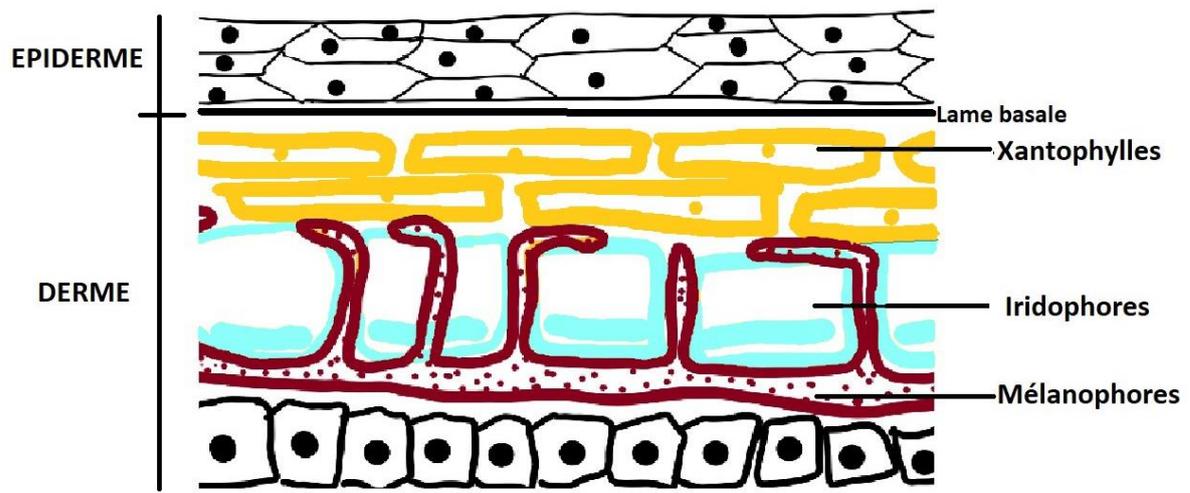
Le derme est constitué de tissu conjonctif contenant du collagène, des fibres musculaires lisses, des vaisseaux lymphatiques et sanguins, des nerfs et des chromatophores (cellules pigmentées). (Figure 5)



**Figure 3 :** Schéma d'une vue en coupe transversale de la peau des serpents montrant la conformation des écailles et le rôle des deux types de kératines. Horny scale : écaille cornée, Hinge region : Zone charnière, Epidermis : Epiderme, Dermis : Derme, keratine : kératine. (O'Malley Bairbre 2005)

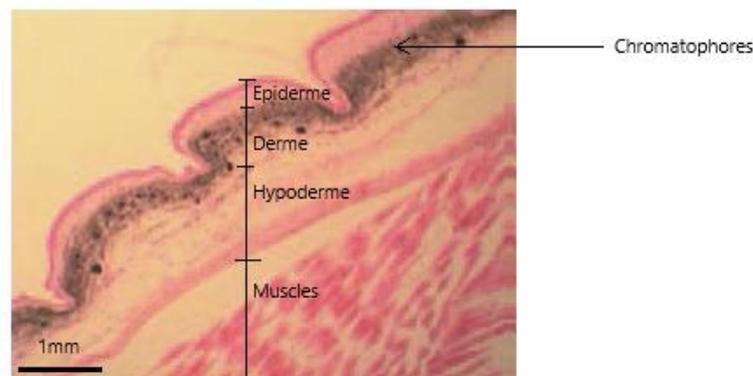
La peau des serpents possède trois types de cellules pigmentaires appelées des chromatophores situées entre le derme et l'épiderme : (Figure 4) (Muñoz-Gutiérrez, Garner, Kiupel 2016 ; O'Malley Bairbre 2005)

- Les mélanophores, contenant la mélanine, sont les plus profondément enfoncés dans la couche dermique, leurs pigments sont responsables des colorations noires, brunes, jaunes et grises.
- Les cellules xanthophylles sont situées juste sous l'épiderme et contiennent des caroténoïdes (des dérivés xanthophylles principalement, d'où le nom donné à ces cellules), pigments responsables des colorations jaunes, rouges et oranges.
- Les iridophores (guanophores) ne sont pas vraiment des cellules pigmentaires ; ils contiennent des cristaux de purine biréfringents. Les longueurs d'onde bleues sont davantage réfléchies pour produire une couleur bleue dans un effet appelé « diffusion Tyndall ».



**Figure 4 : Schéma bilan de l'organisation des différents chromatophores dans le derme, vue en coupe transversale. (d'après Vitt et Caldwell 2014)**

L'irisation est causée par les propriétés physiques de la lumière sur la fine couche externe transparente de la peau quand elle se réfléchit sur les structures des surfaces microscopiques. Lorsque la lumière la frappe sous un angle, le spectre lumineux est divisé en longueurs d'onde de différentes couleurs. Selon la couleur des écailles, cela provoque un effet irisé lorsque le serpent se déplace. (Muñoz-Gutiérrez, Garner, Kiupel 2016 ; O'Malley Bairbre 2005)



**Figure 5 : Histologie sur une coupe transversale de peau de serpent. (d'après Paterson 2006)**

ii. *La mue : particularité physiologique des reptiles*

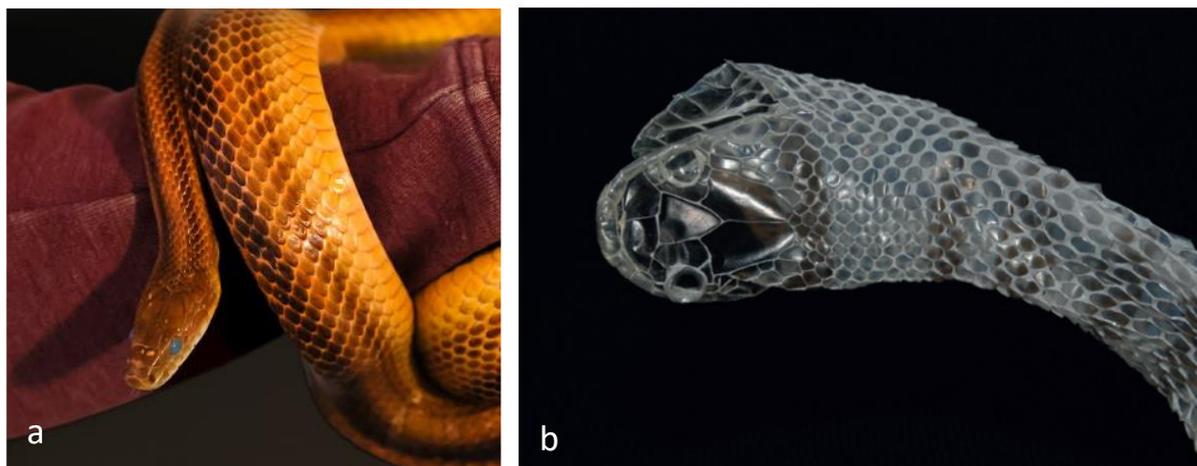
Une des particularités physiologiques de la peau des reptiles est la mue. La mue chez les serpents désigne un renouvellement total de l'épiderme par des mécanismes de réplifications et de différenciations cellulaires associés à la dégradation des anciennes couches et un afflux de lymphes entre l'ancien et le nouvel épiderme. Elle a lieu de manière cyclique, sous influence hormonale avec un effet inhibiteur des hormones thyroïdiennes (au contraire, ces hormones ont un effet stimulant pour les lézards). (Paterson Sue 2006) Ainsi chez les serpents, les hormones thyroïdiennes sont impliquées dans la phase de repos. La phase de mue, une fois déclenchée, se déroule indépendamment des facteurs hormonaux.

Chez la plupart des serpents, la mue dure environ 40 jours, phase de repos comprise, mais sa durée est variable en fonction du statut physiologique, de l'âge et des conditions de vie. La durée approximative de la phase de mue au sens strict (étapes 2 à 6) est de deux semaines. (O'Malley Bairbre 2005)

Il existe au total six étapes lors de la mue (Paterson Sue 2006) :

- Etape 1 : C'est une phase de repos. Elle dure environ un mois mais varie selon l'espèce, l'âge, le statut physiologique, les conditions environnementales et nutritionnelles...
- Etape 2 : Les cellules de la couche germinative (*stratum germinativum*) se divisent pour former un nouvel épithélium à trois couches (O'Malley Bairbre 2005) en déplaçant vers l'extérieur les anciennes cellules de la couche épidermique.
- Etape 3 : Les cellules formées de la *stratum germinativum* se kératinisent et se différencient pour former la nouvelle couche externe. La couleur de la peau du serpent commence à ternir à ce stade.
- Etape 4 : Une couche intermédiaire se forme entre les couches externe et interne (couche externe formée en étape 3). Le serpent est très terne à ce stade.
- Etape 5 : Le tissu de la couche intermédiaire se dégrade. L'opacité s'atténue.
- Etape 6 : La sécrétion d'enzymes par la couche cellulaire la plus interne de la génération externe et la diffusion de lymphes dans la couche intermédiaire induisent la séparation physique des couches externe et interne. C'est à ce moment que la mue entière se décroche du serpent, quatre à sept jours après la disparition de l'opacité.

L'épithélium des yeux ou lunette est lui aussi renouvelé lors de la mue, les yeux prennent aussi une teinte bleutée opaque lors des étapes 3 à 5. (Figure 6) L'ensemble de l'épithélium renouvelé est retiré en un seul morceau chez un serpent en bonne santé. (Richard S. Funk and James E. Bogan Jr. 2019)



**Figure 6 :** (a) *Serpent du genre Pantherophis en mue, opacification cornéenne bien visible.* (Club Aquaterra VetAgro Sup 2022) (b) *Mue, partie crâniale, d'un serpent du genre Lampropeltis avec présence des deux lunettes cornéennes.* (Richard S. Funk and James E. Bogan Jr. 2019)

Au cours de ce cycle de mue, de nombreux serpents refusent de se nourrir et cherchent un abri, souvent dans un environnement humide. Ils recommencent, la plupart du temps, à se nourrir après avoir mué. (Richard S. Funk and James E. Bogan Jr. 2019)

#### b. Les paramètres caractérisant la barrière cutanée

La barrière cutanée des animaux vertébrés possède des caractéristiques physiques et chimiques qui permettent à celle-ci d'assurer ses rôles (cf supra ; partie 1.A.a.i) dans les différentes conditions inhérentes aux milieux de vie où se répartissent les espèces sur Terre. Différents paramètres sont mesurables pour étudier certaines des caractéristiques de la barrière cutanée. La peau, le plus grand organe du corps, est très étudiée en médecine humaine et vétérinaire à la fois comme organe propre, avec ses affections, mais aussi comme marqueur du fonctionnement du reste du corps. Il existe des méthodes invasives pour étudier la barrière cutanée ; c'est le cas de l'examen histologique de biopsies cutanées. Cet examen est utilisé pour la caractérisation de l'épiderme afin de mieux comprendre la pathogenèse des affections. Par exemple, chez des patients atopiques, des techniques d'immunofluorescence sur biopsies cutanées sont utilisées pour identifier des anomalies de constitution de la barrière, notamment avec une diminution voire une absence de filaggrine, protéine des kératinocytes. (Drislane, Irvine 2020 ; Edslev, Agner, Andersen 2020 ; Furue et al. 2019) Ces méthodes invasives permettent également le diagnostic de nombreuses affections dermatologiques. D'autres méthodes pour caractériser la barrière cutanée sont non-invasives ; c'est le cas des mesures de la perte insensible en eau (PIE), du taux d'hydratation et du potentiel Hydrogène (pH) utilisées par exemple pour étudier la pathogénie de certaines affections, comme c'est le cas pour la dermatite atopique chez le chien. (Zajac et al. 2015 (a)

et (b) ; Bradley et al. 2016) L'étude de ces paramètres est également intéressante car ils sont parfois corrélés à la sévérité des lésions.

Dans cette étude, nous nous intéresserons particulièrement aux mesures (non-invasives) de trois paramètres cutanés : la PIE, le taux d'hydratation et le pH, déjà largement étudiés et décrits en médecine humaine et vétérinaire, pour les chiens, chats et chevaux notamment. (Cekiera et al. 2021; Jansen van Rensburg, Franken, Du Plessis 2019; Hester et al. 2004)

### *i. La perte insensible en eau (PIE)*

La perte insensible en eau ou perspiration insensible est un flux d'eau trans épidermique permanent et inapparent de l'intérieur vers la surface de la peau. Ce paramètre est mesurable en pratique comme étant la quantité d'eau condensée qui diffuse à travers une zone fixe de la couche cornée jusqu'à la surface de la peau par unité de temps (souvent décrite en grammes par mètre carré par heure : g/m<sup>2</sup>/h). Evaluer ce paramètre permet d'évaluer la perméabilité de la peau et donc de vérifier l'intégralité de la barrière cutanée. En effet, lorsque la valeur de la PIE augmente, les pertes en eau sont augmentées ce qui signifie que la barrière cutanée est moins efficace pour remplir son rôle de lutte contre la déshydratation. (Alexander et al. 2018)

L'étude de ce paramètre a notamment permis des premières conclusions sur la mise en place de la barrière cutanée après la première mue chez les serpents juvéniles de l'espèce *Lampropeltis getula* (Tu et al. 2002) et a permis de démontrer l'efficacité de la première mue pour passer d'un environnement aqueux embryonnaire à un environnement terrestre en démontrant une perte insensible en eau diminuée de moitié et donc une résistance à la déshydratation doublée après la mue post-natale. Cette résistance est due au film lipidique produit par les cellules de la couche intermédiaire (cf supra ; partie 1.A.a.i) présent à la surface de la peau, dont l'épaisseur double après la première mue. (Paterson Sue 2006)

La vie en milieu aérien présente une contrainte majeure qui est la lutte contre la déshydratation. Ainsi les animaux terrestres possèdent un épiderme moins perméable permettant de limiter les pertes en eau transcutanées. Par exemple, des mesures de PIE sur trois espèces semi-aquatiques à terrestres de serpents du genre *Laticauda* ont permis de conclure que la PIE dans les environnements aériens est diminuée par rapport à celle en milieux aquatiques avec une lipogenèse accrue chez les espèces plus terrestres, augmentant l'imperméabilité. (Lillywhite et al. 2009)

La mise en place d'une barrière imperméable est indispensable pour le déroulement normal de la vie de l'organisme considéré. Dans le cas d'une modification, pathologique ou physiologique, de la barrière et de l'augmentation de la perméabilité de celle-ci, les êtres vivants sont parfois amenés à modifier leur comportement pour compenser ce changement.

En effet, la PIE sur un même individu peut varier en fonction du statut physiologique ; en cas de gestation, chez les animaux seniors, pendant la digestion ou encore pendant la mue chez les serpents. (Dupoué et al. 2015) Chez les femelles gestantes de la famille des Vipéridés par exemple, la barrière cutanée présente une PIE plus élevée et donc une plus grande

perméabilité que celle de leurs homologues mâles ou femelles non-gestantes. Cette augmentation est due aux changements physiologiques et morphologiques s'opérant lors de la gestation tels que l'augmentation du métabolisme ou la distension corporelle. Leur comportement est alors modifié par rapport à des individus non-gestants ; elles recherchent un endroit chaud et humide afin de limiter leur perte en eau. (Lourdais et al. 2017) C'est également le cas des serpents juvéniles qui recherchent des micro-environnements très humides avant la première mue et ne peuvent exprimer leur comportement dispersif et explorateur qu'après celle-ci. (Tu et al. 2002)

La PIE peut être mesurée par différentes méthodes et il existe trois sortes d'appareils différents : à chambre ouverte, à chambre non ventilée ou à chambre de condensation. (Xiao, Ciortea et Imhof 2007) Dans tous les cas, une sonde est apposée au contact direct de la peau. Elle forme ainsi une chambre d'un certain volume où la quantité d'eau évaporée est mesurée. En effet, la sonde possède des capteurs permettant de mesurer des changements dans la densité de la vapeur d'eau à l'intérieur du volume formé. (Alexander et al. 2018)

Il est important de noter que si la PIE d'un individu change selon le statut physiologique et la zone mesurée, elle est aussi modifiée en fonction des conditions extérieures. La température et l'humidité de l'environnement sont deux facteurs pouvant modifier les résultats et sont à prendre en compte lors de mesures de PIE. (Gabard 2022)

La mesure de la PIE est très souvent associée aux deux autres mesures décrites ci-après, particulièrement à la cornéométrie (mesure du taux d'hydratation). (Masson 2008 ; Berardesca, Maibach 1990)

## ii. *Le taux d'hydratation*

La peau contient une partie de l'eau du corps. Cette eau est répartie inégalement dans les différentes couches du derme et de l'épiderme. Une fraction de cette eau est sous forme libre dans les kératinocytes des couches de l'épiderme. Cette eau est mobilisable en cas de besoin ; elle peut être réabsorbée, éliminée par évaporation ou déplacée. La cornéométrie désigne la mesure du taux d'hydratation (quantité d'eau libre) des couches cellulaires externes de la *stratum corneum*. Ce taux varie en fonction de facteurs endogènes tels que l'état physiologique ou pathologique de l'individu et d'autres comme le climat, la nourriture etc... (Girard, Beraud, Sirvent 2000)

Le taux d'hydratation est mesuré grâce à un cornéomètre qui calcule la capacité électrique d'une sonde de type condensateur au contact de la peau. La capacité de la sonde est proportionnelle au taux d'hydratation (convertit en %) de la couche cornée à l'endroit de la mesure. (Girard, Beraud, Sirvent 2000)

En pratique, cette mesure combinée à la mesure de la PIE permet de différencier des peaux saines dans différents statuts physiologiques des peaux affectées et de confirmer un diagnostic. (Berardesca, Maibach 1990) Ces deux paramètres permettent également de

définir l'état de sécheresse de la peau pour pouvoir traiter et prévenir le vieillissement cutané. (Asserin et al. 2015)

### iii. *Le potentiel Hydrogène (pH)*

Le pH (potentiel hydrogène) est une unité de mesure de l'acidité. Le pH reflète la concentration en ions hydrogène (H<sup>+</sup>). En effet, plus le pH est élevé, plus la concentration en ions hydrogènes est basse et inversement. La valeur du pH est égale à la valeur du logarithme de l'inverse de la concentration en ion. (Figure 7) (Matousek, Campbell 2002) Dans notre cas, le pH cutané est une mesure de l'acidité à la surface de la peau.

$$\text{pH} = \text{Log} \left( \frac{1}{[\text{H}^+]} \right) = -\log([\text{H}^+])$$

**Figure 7 : Formule du pH, avec [H<sup>+</sup>] représentant la valeur de la concentration en ion hydrogène de la solution mesurée.** (Source : Homerin Anne-Lise)

Le terme pH « cutané » est imprécis et n'est pas correctement employé. En effet, le pH réellement mesuré est celui de la surface uniquement. En réalité, à travers les différentes couches du derme et de l'épiderme, donc de la peau, le pH varie selon un gradient. En mesurant le pH « cutané », on mesure en fait le pH de la solution composée de différentes molécules hydrosolubles produites par les cellules composant la barrière cutanée (dont le produit des glandes), et du dioxyde de carbone extrait de l'environnement, dissout dans le sébum, qui recouvre la surface de la peau. (Parra, Paye 2003)

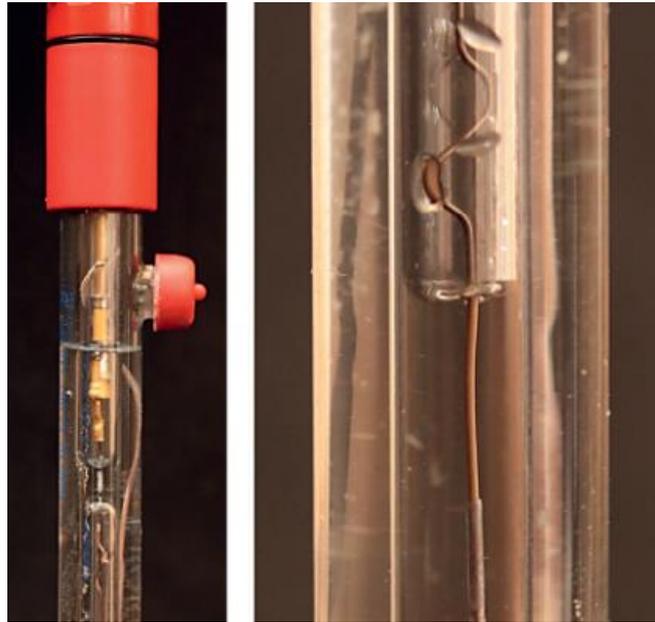
Le pH a été beaucoup étudié sur les mammifères domestiques, afin d'établir des valeurs de référence pour aider à la compréhension des affections dermatologiques. (Matousek, Campbell 2002)

Chez les serpents, peu d'études établissent des valeurs de pH. Les mesures disponibles actuellement sont majoritairement effectuées sur mues de serpents utilisées comme modèles de barrière cutanée pour étudier le transport de certaines molécules dans la recherche pharmaceutique en médecine humaine. (Takahashi et al. 2001)

Or le pH est un indicateur très important de l'état de santé de la barrière cutanée. Il a un rôle dans la régulation du développement des micro-organismes et le maintien de la flore cutanée, dans la perméabilité, ce qui rejoint nos deux paragraphes précédents, mais également dans le déroulement de la kératinisation des cellules épidermiques (et leur desquamation chez les mammifères). Ainsi, il est nécessaire que le pH soit relativement constant pour assurer ces précédentes fonctions. Il existe pourtant plusieurs facteurs le faisant varier, compensés en permanence par l'organisme ; c'est un paramètre homéostatique. (Schmid-Wendtner, Korting 2006)

Le pH de la peau est le plus souvent mesuré à l'aide d'une sonde de pH en verre (Figure 8), apposée sur la peau et qui traduit l'acidité de la peau en valeur arbitraire s'étalant sur une échelle, du plus acide au plus basique, de 1 à 14. La sonde de pH est composée d'électrodes formant une tige, plate à son extrémité, connectée à un Voltmètre. Il est important de considérer que de nombreux facteurs exogènes (tels que la température ou l'humidité environnementales) peuvent faire varier les mesures. Ainsi, il existe différentes études

établissant des protocoles d'utilisation des sondes pH-mètres pour minimiser les variations entre deux mesures répétées. (Parra, Paye 2003 ; du Plessis, Stefaniak, Wilhelm 2018)



**Figure 8 :** Sonde de pH avec vue agrandie de l'électrode dans le tube en verre. (du Plessis, Stefaniak, Wilhelm 2018)

En résumé, l'acidité de la peau permet de protéger l'organisme. Une variation de pH cutané peut être signe d'affection, de stress, de modification de l'environnement ou encore de changement physiologique et elle évoque une diminution de l'efficacité de la barrière cutanée.

## Ce qu'il faut retenir

- Il y avait en 2022 plus de **3,3 millions de reptiles** dans les foyers français et encore peu de connaissances de ces espèces en médecine vétérinaire.
- La peau des serpents est constituée **d'écailles** (plis de couches dermiques et épidermiques). C'est l'organe le plus grand du corps et elle assure la **protection** de l'organisme et la **régulation** des échanges.
- De l'extérieur vers l'intérieur, il y a différentes couches ; **l'épiderme**, constitué du **stratum corneum**, elle-même organisée en trois couches (d'Oberhäutchen,  $\alpha$ -kératinisée et  $\beta$ -kératinisée), de la **couche intermédiaire** et du **stratum germinativum**, et le **derme** (matrice de tissu conjonctif contenant du collagène, des fibres musculaires, des vaisseaux sanguins et lymphatiques et des chromatophores).
- Les écailles, bien que **rigides et résistantes** grâce à la couche épaisse de  **$\beta$ -kératine** sur leur sommet, sont mobiles entre elles grâce aux **jonctions souples**, riches en  **$\alpha$ -kératine**.
- Les trois types de **chromatophores** situés dans le derme permettent l'expression de phénotypes de couleur ; les **mélanophores** possèdent des pigments dans les couleurs noires jaunes, brunes et grises, les **xanthophylles** possèdent des pigments rouges, jaunes et orangés et enfin les **iridophores**, qui ne sont pas à proprement parlé des cellules pigmentaires, sont responsable de l'aspect irisé de certains serpents par diffraction de la lumière (*effet Tyndall*).
- Les serpents ne possèdent ni glande ni phanère hormis une **glande cloacale paire** et un **éperon vestigial pair** chez certaines espèces, tous deux utiles dans les relations intraspécifiques notamment.
- Une particularité physiologique des serpents est la **mue**, elle dure généralement cinq semaines avec environ trois semaines de repos et deux semaines de mue au sens strict. C'est un phénomène **cyclique** de renouvellement total de l'épiderme sous influence inhibitrice des **hormones thyroïdiennes** qui se déroule en **six étapes**.
- Il existe plusieurs paramètres mesurables pour caractériser la barrière cutanée. Certains sont non-invasifs : c'est le cas de la **perte insensible en eau**, du **pH** et du **taux d'hydratation**. Ces trois paramètres, qui seront étudiés ci-après, peuvent varier selon des **facteurs intrinsèques et extrinsèques** (état physiologique, conditions environnementales...)
- La **perte insensible en eau** est la **quantité d'eau qui diffuse** à la surface de la peau par unité de surface et par unité de temps. Plus la perte insensible en eau est haute, plus la barrière est **perméable**.
- Le potentiel hydrogène est une mesure de **l'acidité** à la surface de la peau (en profondeur dans la peau, le pH varie selon un gradient), c'est un paramètre **homéostatique** qui a un effet sur le **maintien du microbiote cutané**, de la **perméabilité** et sur la **kératinisation**.
- La **cornéométrie** est la mesure du **taux d'hydratation**, c'est-à-dire de la **quantité d'eau libre**, dans les couches superficielles de la stratum corneum.



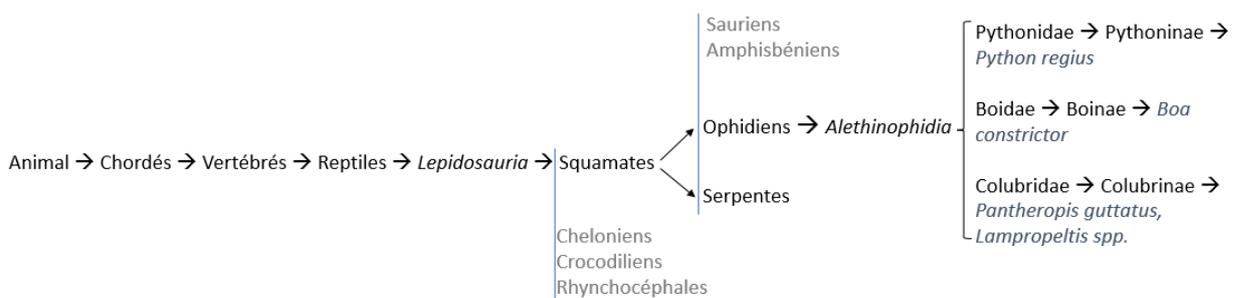
## B) Les dermatoses des serpents en consultation

### a. Les espèces et leurs lieux de vie

Les données trouvées dans la littérature recensent principalement les consultations et les animaux domestiques aux Etats-Unis, il y a peu de données sur la France ou l'Europe.

Tout d'abord, notons que chaque consultation de reptiles et plus particulièrement de serpents nécessite une connaissance approfondie des milieux de vie à l'état naturel de l'animal. La plupart des motifs de consultation sont liés à un défaut de zootechnie, c'est-à-dire un environnement ou un régime alimentaire non adapté à l'espèce. (John V. Rossi 2019) Nous recensons aujourd'hui plus de 3400 espèces de serpents dans le monde, il est suspecté que toutes les espèces n'ont pas encore été découvertes, et la plupart des espèces sont peu connues. Il y a donc beaucoup d'extrapolation faites en médecine des serpents à partir des quelques espèces de serpents ou d'autres reptiles étudiés voire même à partir de la médecine des mammifères domestiques. (Richard S. Funk and James E. Bogan Jr. 2019 ; Adolf Maas 2019)

Les serpents appartiennent à l'ordre des Squamates avec les lézards. Il existe deux sous-ordres ; les Ophidiens, comprenant une douzaine d'espèces de serpents dits préhistoriques et les Serpentes. Les espèces qui font parties des familles les plus fréquemment rencontrées chez le vétérinaire (et que nous étudierons dans la Partie 2) : les Boïdés, les Colubridés et les Pythonidés. Toutes les espèces font parties de l'infra-ordre des *Alethinophidia*. (Figure 9)



**Figure 9 : Arbre taxinomique des serpents, avec les familles et sous-familles pour les espèces les plus représentées en captivité. (d'après Richard S. Funk and James E. Bogan Jr. 2019 et Bulliot 2001)**

Les espèces de serpents les plus fréquentes en consultation (issues des familles des Boïdés, Pythonidés et Colubridés principalement), comme chaque espèce de reptiles, nécessitent un environnement adapté, le plus proche possible de leurs conditions de vie à l'état naturel. Les exigences pour le maintien en captivité de ces espèces dépendent donc de l'habitat où elles sont réparties dans la nature. (John V. Rossi 2019)

Le *Boa constrictor* est une espèce semi-arboricole. (Drury R. Reavill and Chris Griffin 2019 ; Stacey Leonatti Wilkinson 2019 ; Richard S. Funk and James E. Bogan, Jr. 2019) Ainsi, l'enrichissement de son environnement devra comprendre des branchages et des possibilités de grimper. Il vit dans les forêts tropicales d'Amérique du Sud et montre une activité crépusculaire à nocturne. Il nécessite donc un environnement humide (environ 80%) et chaud. Son gradient de température moyenne préférentielle (TMP) diurne varie de 27 à 32°C et nocturne de 21 à 27°C. Pour l'hivernation, la température idéale est entre 21 et 24°C. (Bulliot 2001; Richard S. Funk and Scott J. Stahl 2019)

Les TMP du *Python regius* sont les mêmes que celles du *Boa constrictor*, à l'exception de la température d'hivernation qui peut être plus basse (jusqu'à 16°C). En effet, vivant naturellement dans les savanes arides d'Afrique de l'Ouest et Central, il tolère de plus grands écarts de température. L'humidité peut être plus basse que celle du *Boa constrictor*, idéale entre 60 et 80%. Le *Python regius* est un serpent terrestre qui apprécie pouvoir se réfugier dans des cachettes installées dans le terrarium comme des roches ou des écorces d'arbres. (John V. Rossi 2019 ; Hollandt, Baur, Wöhr 2021)

Les *Lampropeltis* et *Pantherophis* sont tous deux des genres de serpents terrestres, qui vivent dans des milieux plutôt désertiques comme le Sud des Etats-Unis, l'Amérique centrale et le Nord de l'Amérique du Sud. L'humidité dans le terrarium est optimale entre 40 et 50%. Leurs TMP sont les mêmes ; de 25 à 29°C le jour, de 19 à 24°C la nuit et de 13 à 16°C pendant l'hivernation. (John V. Rossi 2019)

Les serpents de l'espèce *Morelia viridis*, espèce également très représentée en captivité, nécessitent également des enrichissements arboricoles et un terrarium plus haut que large car ils sont originaires des forêts tropicales d'Australie et de Nouvelle Guinée et passent la majeure partie de leur temps en hauteur dans les arbres, enroulés sur eux-mêmes. Leurs TMP sont de 24 à 28°C le jour, 21 à 24°C la nuit et 16 à 18°C pour les périodes d'hivernation. Contrairement à tous les autres, les *Morelia viridis* passent peu de temps au sol et nécessitent donc une source de chaleur plutôt radiante qu'au sol. Les taux d'hygrométrie conseillés pour le bien-être de cette espèce sont supérieurs à 70%. Il faudra donc s'assurer de la bonne ventilation dans le terrarium pour éviter les moisissures et le développement de micro-organismes pathogènes, favorisés dans un environnement si humide. (John V. Rossi 2019 ; Richard S. Funk and Scott J. Stahl 2019)

## b. Les dermatoses

Les maladies de la peau sont parmi les plus fréquentes chez les reptiles, et particulièrement chez les serpents et les lézards. Les préférences environnementales restreintes de ces animaux, notamment sur la température et l'humidité, et les conditions dans lesquelles ils sont maintenus en captivité sont des facteurs favorisant le développement des affections dermatologiques. (Schade et Marchionini 1928; Hatt 2010) Les dermatoses qui affectent les reptiles (et particulièrement les serpents), souvent mixtes, sont d'origine zootechnique, infectieuse, traumatique, néoplasique... (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

### i. Dermatoses infectieuses ; parasitaires, virales, bactériennes et fongiques

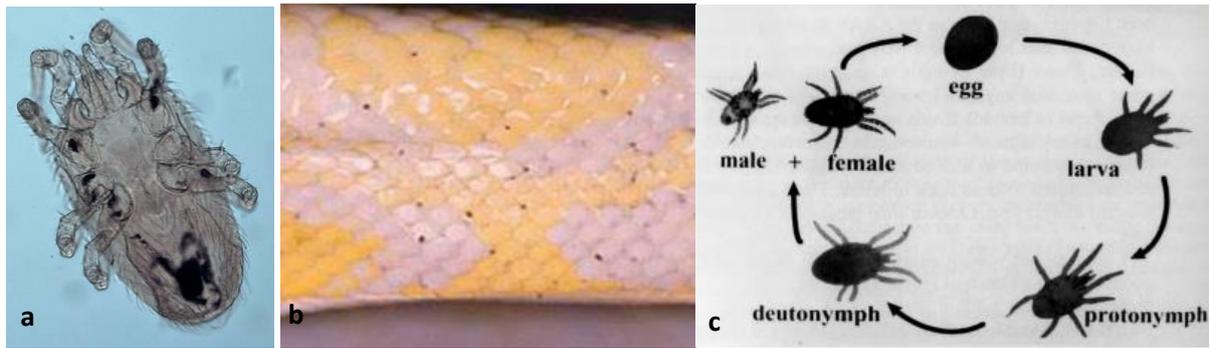
#### *Parasites*

En dépit de ce qui a été pensé pendant de nombreuses années, les serpents les plus atteints par les affections parasitaires sont les serpents captifs et non ceux prélevés à l'état naturel. Cela s'explique par la grande pression d'infestation due au nombre élevé de serpents détenus dans le même terrarium, voire la même pièce et l'absence ou les mauvaises durées ou conditions de quarantaine lors de l'introduction d'un nouveau serpent dans l'élevage. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

Les principaux parasites retrouvés chez les serpents sont des acariens et des helminthes.

#### Acariens

Le plus connu et documenté d'entre eux est le parasite *Ophionyssus natricis*. Cet acarien hématophage mesure de 100µm, au stade larvaire, à 1300µm, pour les femelles une fois gorgées de sang. (Wozniak, DeNardo 2000) Son cycle dure environ 40 jours et comprend cinq stades : œuf, larve, protonympe, deutonympe et adulte. (Figure 10) Seuls les protonymphes et les adultes se nourrissent de sang sur l'hôte. Le parasite est visualisable à l'œil nu sous forme de petits points noirs, souvent localisés au niveau de la tête. (James F.X. Wellehan and Heather D.S. Walden 2019)



**Figure 10 :** (a) *Ophionyssus natricis* ; visualisation de la forme adulte au microscope (grossissement x200) (James F.X. Wellehan and Heather D.S. Walden 2019), (b) infestation sur un serpent (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016) et (c) cycle du parasite. (Wozniak, DeNardo 2000)

Les signes cliniques associés à l'infection par ce parasite peuvent varier selon l'hôte et selon le nombre de parasites présents. Les serpents atteints peuvent présenter de l'anorexie, des signes cutanés : prurit (avec un serpent qui se frotte contre les parois du terrarium, se baigne très souvent et présente un comportement agité), défauts de mue allant jusqu'à des signes associés à une anémie ou une septicémie, en cas d'infection massive. (Kevin T. Fitzgerald 2019) Ce parasite est également responsable de la transmission de maladies infectieuses en jouant le rôle de vecteur pour des pathogènes tels que *Aeromonas hydrophila*, pouvant causer la mort de l'animal par septicémie. (Paterson Sue 2006)

Il est possible de traiter l'animal et l'environnement mais les traitements sont souvent longs en raison de la résistance de ce parasite. La molécule utilisée est l'ivermectine, à 0,2 mg/kg per os ou en application per cutanée, à répéter tous les 14 jours. Etant donné la durée du cycle de ce parasite, il est conseillé de faire les traitements pendant 40 jours. Pour l'environnement et l'animal, il est également possible de diluer 10mg d'ivermectine par litre d'eau et de pulvériser la solution. Dans ce cas, le traitement devra être répété tous les sept jours. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016) Des prédateurs naturels de *Ophionyssus natricis* sont également utilisés, c'est notamment le cas du Taurus<sup>®</sup>, contenant des *Cheyletus eruditus*, permettant de réguler la population d'*Ophionyssus natricis*. (Schilliger et al. 2013)

Il faut rester prudent lors des manipulations et des traitements car l'infection par ces acariens est zoonotique, plusieurs cas ayant été décrits, présentant des éruptions de papules vésico-bulleuses. Bien que peu grave, l'infestation par *Ophionyssus natricis* sur des êtres humains causes des démangeaisons, des papules, et des inflammations locales modérées. (Amanatfard, Youssefi, Barimani 2014 ; Paterson Sue 2006)

D'autres acariens sont également décrits chez les reptiles, notamment *Hirstiella spp.*, qui est plutôt rare chez les serpents en captivité et concerne surtout les lézards. Certaines tiques sont également pathogènes pour les serpents, c'est le cas par exemple des tiques du genre *Aponomma*, plus spécifiquement *Aponomma transversale* et *Aponomma latum*. Cette dernière concerne majoritairement les grands serpents africains. Comme les *Ophionyssus*, les tiques sont responsables d'anémie dans les cas d'infection massive et de la vectorisation

d'autres pathogènes, comme les helminthes. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

## Helminthes

Quelques cas d'affections cutanées causées par des helminthes sont décrits chez les serpents. Deux superfamilles de nématodes sont concernées ; *Dracunculoidea* et *Filarioidea*. Les signes cliniques observés sont respectivement des pustules, renfermant les stades larvaires et des lésions nécrotiques dues à l'occlusion de vaisseaux sanguins, entraînant notamment des gangrènes et des ulcérations. (Paterson Sue 2006)

## Virus

La virologie chez les reptiles et plus particulièrement chez les serpents est en constante évolution, de nouveaux virus sont régulièrement découverts chez ces espèces. Les affections virales doivent faire systématiquement parties du diagnostic différentiel dans la catégorie des causes infectieuses, surtout dans le cas où la dermatose ne répond pas à des traitements dits conventionnels.

Plusieurs virus sont impliqués dans les lésions cutanées des reptiles. Chez les serpents, le principal virus responsable de lésions cutanées est le papillomavirus. Les signes cutanés sont des papillomes squameux épidermiques et des formations d'excroissances pédiculées à la surface de la peau. Des cas de papillomes ont notamment été décrits chez des serpents des espèces *Boa constrictor* et *Epicrate spp*. Les infections par des virus de la famille des Herpesvirus sont à l'origine de lésions néoplasiques dites « papilloma-like » ; papillomes et fibropapillomes. (Paterson Sue 2006) Les Iridovirus sont responsables de lésions nécrotiques de la peau des serpents. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016) Dans certains cas d'infections par un Adénovirus, des dermatites chez les squamates sont décrites. Enfin, certains serpents infectés par un Ranavirus présentent des lésions ulcéraives, principalement des muqueuses. (Rachel E. Marschang 2019) De plus, des œdèmes sous-cutanés et une inflammation granulomateuse de la peau sont décrits chez des *Python regius* infectés par un Ranavirus. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019)

Enfin, certains virus entraînent des lésions cutanées secondaires ; infections (bactériennes ou fongiques) secondaires, suite à des effractions cutanées primaires, des néoformations secondaires à la désorganisation de la structure normale de certaines cellules et de leur réplication, etc... Les infections virales sont parfois secondaires à une autre infection : il a été démontré que les infections par le Reptarenavirus (Inclusion Body Disease (IBD)) chez les serpents peut être la conséquence d'une infection primaire par des *Ophionyssus natricis*, jouant le rôle de vecteurs pour le virus et que cette infection virale prédisposait elle-même à la mise en place de processus néoplasique. (Francesco C. Origgi 2019)

Les autres virus connus actuellement chez les serpents sont des familles suivantes ; Circovirus, Parvovirus, Hepadnavirus, Retrovirus, Reovirus, Bornavirus, Paramyxovirus, Sunvirus, Rhabdovirus, Arenavirus, Coronavirus, Picornavirus, Calicivirus, Flavivirus, Togavirus. La plupart des virus des squamates se diagnostiquent par PCR (Polymerase Chain Reaction) sur différents types de prélèvements en fonction du tropisme du virus concerné. (Rachel E. Marschang 2019)

Les affections virales sont difficiles à traiter. Il existe très peu de traitements antiviraux actuellement disponibles en médecine vétérinaire, plus spécifiquement en médecine zoologique des reptiles. Les antiviraux référencés dans le Exotic Animal Formulary (Eric Klaphake, Paul M. Gibbons, Kurt K. Sladky 2018) sont principalement à destination des chéloniens. Une seule molécule est référencée comme antivirale chez toutes les espèces de reptiles ; l'acyclovir. Elle est indiquée dans le traitement de la dermatite à Herpes virus. Des traitements locaux à base de chlorhexidine sont également décrits. (Eric Klaphake, Paul M. Gibbons, Kurt K. Sladky 2018) En effet, les principaux traitements à mettre en place dans le cas d'affections virales sont principalement des traitements de soutien en cas d'atteinte de l'état général et des traitements pour tenter de limiter les infections secondaires.

#### La maladie des corps d'inclusion (IBD)

La maladie des corps d'inclusion est une affection virale caractérisée par la présence de corps d'inclusion intracytoplasmiques éosinophiles ou amphophiles dans les neurones et les cellules gliales du système nerveux central (SNC), les cellules épithéliales, le tissu musculaire lisse, les cellules lymphoïdes dans les amygdales œsophagiennes et les cellules sanguines périphériques. C'est une affection virale qui a, depuis les rapports des premiers cas en 1990, été associée à des Rétrovirus et a, depuis plus récemment, été corrélée à des infections par un Reptarenavirus. (Bodewes et al. 2013) Elle est plus fréquemment décrite chez des serpents des familles Boïdés et Pythonidés. Chez les Colubridés et les Vipéridés, une affection virale semblable, moins connue et étudiée présente des similitudes avec l'IBD mais n'est pas associée à un Reptarenavirus. (Simard et al. 2020)

Les signes cliniques peuvent être très variés car ils dépendent des lignées cellulaires atteintes chez l'individu observé. Les signes sont principalement nerveux, digestifs et cutanés : on observe des régurgitations, de l'incoordination et un serpent désorienté, parfois en opisthotonos ou en paralysie flasque. Les individus atteints peuvent également présenter des trémulations de la tête, ne plus posséder le réflexe de retournement, et peuvent présenter des structures granulomateuses cutanées et des néoformations secondaires à la désorganisation cellulaire. Cette maladie est également responsable d'infection secondaire (pneumonie, dermatite bactérienne...) à la suite d'une immunosuppression chez les individus atteints. (Francesco C. Origi 2019 ; Chang et al. 2013)

Son diagnostic repose sur différents tests diagnostiques et sur l'expression des signes cliniques. Les tests diagnostiques réalisés sont des examens histopathologiques sur biopsies cutanées et des examens cytologiques de frottis sanguins, permettant de visualiser les corps

d'inclusion. L'examen décrit comme le gold standard est l'examen microscopique sur sang total après coloration HE (Hématoxyline et Eosine) permettant également de visualiser les corps d'inclusion. Pour la détection du virus, des tests RT-PCR (Reverse Transcriptase PCR) sont réalisés sur prélèvements sanguins ou biopsies cutanées. (Chang, Jacobson 2010 ; Chang et al. 2013)

Il n'existe ni traitement, ni prévention efficace contre la maladie, seule une quarantaine stricte et des tests de dépistage avant l'insertion en élevage d'un nouvel individu permettent de diminuer les risques d'infection pour les individus déjà présents dans l'élevage. Il est préconisé de répéter plusieurs fois les tests de dépistage par PCR et d'assurer une quarantaine d'au moins six mois. (Francesco C. Origgi 2019)

### Bactéries

Plusieurs bactéries ont été identifiées chez les reptiles et les serpents lors de dermatoses. La peau des vertébrés possèdent un microbiome, c'est-à-dire des micro-organisme (le microbiote) et des conditions environnementales permettant leur développement (mucus, sébum...). Des bactéries à Gram négatives (G-) de types bacilles sont les plus présentes à la surface de la peau des reptiles. Il s'agit des bactéries des genres *Aeromonas*, *Citrobacter*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Flavobacterium*, *Morganella*, *Edwardsiella*, *Proteus Enterobacter* et *Serratia*. Des bactéries G- de types coques du genre *Neisseria* et *Mycobactérium* ont aussi été isolées lors de dermatoses. Les bactéries à Gram positives (G+) (*Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, et *Micrococcus spp.*) sont moins fréquemment associées à la peau mais ont déjà été isolées chez des reptiles atteints d'affections dermatologiques. Les bactéries anaérobies des genres *Bacteroides*, *Fusobacterium*, *Peptostreptococcus* et *Clostridium* font parties du microbiote normal de l'hôte. Cependant ces dernières se comportent de manière opportuniste à la faveur d'une effraction cutanée et sont responsables de surinfections, en cas de dysbiose, pouvant aller jusqu'à des septicémies. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019 ; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016) Des dermatoses à *Mycobactérium chelonae* ont également été rapportées. (Paterson Sue 2006)

La plupart des bactéries citées ci-dessus sont responsables d'infections secondaires lors d'effractions cutanées ou d'une modification du microbiote de l'hôte (dysbiose). Nous aborderons dans la partie consacrée à la zootechnie l'importance des conditions environnementales pour assurer l'intégrité de la barrière cutanée et préserver la symbiose cutanée. Une seule bactérie a actuellement été isolée comme cause primaire de dermatose ; il s'agit de *Dermatophilus congolensis*. Les signes cliniques d'une dermatophilose sont des ulcérations cutanées, de l'hyperkératose, de la nécrose cutanée et des abcès sous-cutanés chez les serpents, les lézards et les crocodiles d'eau salée. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019)

Les infections bactériennes se manifestent souvent par la formation à la surface de la peau de vésicules, d'ulcères, de croûtes et de granulomes cutanés. Cependant, les premiers signes sont assez discrets et difficiles à voir ; la peau présente une décoloration ou une rougeur (érythème) et un léger gonflement dus à l'inflammation entre les couches du derme et de l'épiderme. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

La septicémie peut se manifester par des signes cutanés ; la dissémination par voie sanguine des bactéries entraîne la formation de thrombus dans le réseau veineux et de pétéchies visibles à la surface des écailles, principalement en région ventrale. Dans certains cas, la migration des bactéries entraîne la formation d'abcès entre les couches du derme et de l'épiderme. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016) De rares cas de cellulites bactériennes sont décrits ; il s'agit d'une affection bactérienne profonde et suppurative caractérisée par la dissémination cutanée des agents infectieux dans le derme, de manière centrifuge au départ de la plaie. (Figure 11) (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019)



**Figure 11 :** (a) Cellulite bactérienne périoculaire chez un *Python molure birman*. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019) On note la présence d'un gonflement localisé, les écailles sont écartées, il y a une coloration rosée de la peau et quelques pétéchies. (b) Cellulite ventrale étendue chez un *Python regius*. (Sources : Homerin Anne-Lise, Dr. Delattre Pierre-Maxime, DocNac Marcq-en-Barœul 2022)

Le diagnostic est principalement réalisé sur des prélèvements cutanés à la surface des lésions (calques, scotchs tests) et des biopsies cutanées. Une observation microscopique après différentes colorations, des diagnostics par PCR et des cultures sur gélose sont réalisables en pratique pour isoler et identifier la souche bactérienne responsable de la dermatose. Cependant, les prélèvements présentent souvent une population bactérienne variée, incluant la flore commensale de l'hôte et pouvant rendre le diagnostic délicat. Il est particulièrement recommandé de réaliser des prélèvements bactériologiques afin d'adapter l'antibiothérapie systémique dans le cas où le clinicien juge nécessaire la mise en place de celle-ci. (James F.X. Wellehan and Stephen J. Divers 2019a)

Les traitements des dermatoses d'origine bactérienne sont à adapter en fonction de l'étiologie primaire de l'affection. Il est important d'associer un traitement médical à des mesures hygiéniques et environnementales. Des lavages et désinfections réguliers et fréquents de l'environnement permettent de faire diminuer le nombre de bactéries présentes et donc baisser la pression d'infestation. Dans le cas de dermatoses bactériennes, l'adaptation des conditions environnementales (variations de température et d'humidité) permet également de réguler la population bactérienne à la surface de la peau de l'hôte et dans

l'environnement. En effet, les serpents étant des animaux ectothermes, la température du terrarium est la même qu'à la surface de la peau et le microbiote est modifié en fonction des conditions de l'environnement. Les traitements antimicrobiens conseillés sont les désinfectants topiques et de l'environnement comme la chlorhexidine (concentrée à 0,05%, en milieu aqueux pour des applications topiques), la povidone iodée (concentrée à 0,05% en milieu aqueux pour des applications topiques ou à 0,005% dans des bains pour une durée inférieure ou égale à une heure) et les pommades contenant de la sulfadiazine argentine. Enfin, une antibiothérapie par voie systémique peut être mise en place dans certains cas. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016 ; Eric Klaphake, Paul M. Gibbons, Kurt K. Sladky 2018)

Les bactéries retrouvées chez les reptiles et les serpents ne sont pas spécifiques à ces espèces. De ce fait, des mesures sont à mettre en place lors des manipulations des serpents pour les traitements en cas d'infections bactériennes, spécifiquement pour des manipulateurs immunodéprimés. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019 ; Cathy A. Johnson-Delaney and Janos Gal 2019)

#### La maladie des ampoules

La maladie des ampoules est une dermatose d'origine encore débattue responsable de formation de vésicules et bulles à la surface de la peau. Le contenu de ces lésions est un liquide stérile dans un premier temps. Dans un second temps, des bactéries colonisent les sites d'effractions cutanées des vésicules rompues. Le facteur déclenchant le plus important est l'excès d'humidité de l'environnement, d'autres causes comme des brûlures thermiques ou chimiques sont décrites. Elle est décrite chez quasiment toutes les espèces détenues en captivité, pour des serpents d'âge et de sexe variés. (Paterson Sue 2006 ; T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019)



**Figure 12 :** *Maladies des ampoules ; (a) vésicules et bulles remplies de liquide et (b) après rupture. (Richard S. Funk and Rodney W. Schnellbacher 2019; Stephen J. Divers 2019a)*

En conclusion, rappelons que les infections bactériennes sont principalement secondaires et peuvent être prévenues grâce à des conditions environnementales adaptées au développement normal du microbiome cutané de l'hôte.

## Champignons

Il existe beaucoup de genres de champignons identifiés sur des serpents atteints de dermatoses. Les genres fongiques actuellement mis en évidence à la surface de la peau des reptiles sont *Alternia*, *Aspergillosis*, *Basidobolus*, *Candida*, *Chamaeleomyces*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Lecanicillium*, *Mucor*, *Oospora*, *Paecilomyces (Purpureocillium)*, *Penicillium*, *Saprolegnia*, *Trichoderma*, *Trichophyton* et *Trichosporon*. Au même titre que les bactéries, les infections sont souvent secondaires à une effraction cutanée ou à une dysbiose, elle-même secondaire à un stress, un changement des conditions environnementales ou encore une autre affection (cutanée ou systémique). Certains champignons sont des pathogènes obligatoires, c'est-à-dire qu'il y a obligatoirement une expression clinique et des lésions lorsqu'ils sont présents sur l'hôte. C'est le cas des champignons des genres *Chrysosporium*, *Nannizziopsis*, *Paranannizziopsis*, et *Ophidiomyces*. Ce dernier est le plus fréquent chez les serpents et est morphologiquement très semblable aux trois autres genres, c'est pourquoi ils ont souvent été confondus chez les serpents atteints de la maladie fongique. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019 ; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

Comme dans le cas des affections bactériennes, les affections fongiques se déclarent à la faveur d'une modification d'un microbiome cutané. Ainsi, les conditions environnementales sont un facteur déterminant dans la déclaration de dermatoses fongiques. Les facteurs ayant majoritairement des conséquences sur la peau des serpents sont la température, l'humidité et la ventilation. Certains substrats sont également des milieux de culture de choix pour certains micro-organismes. En effet, certains substrats dits « bioactifs » favorisent le développement de bactéries et de champignons commensaux, qui se développent en compétition avec les bactéries et champignons pathogènes. En revanche, certains substrats peuvent amener des pathogènes depuis le milieu extérieur (c'est le cas des enrichissements de terrarium prélevés dans la nature si certaines mesures ne sont pas prises avant leur introduction dans l'environnement du serpent) ou encore retenir l'humidité et favoriser la prolifération de certains micro-organismes au dépend d'autres et ainsi entraîner une dysbiose. (John V. Rossi 2019)

De la même façon, les champignons se développent secondairement à une modification des caractéristiques de la peau suite à une dermatose primaire ou une maladie systémique sous-jacente. Les affections fongiques sont notamment souvent concomitantes à des ectoparasitoses ou des dermatites bactériennes. (Paterson Sue 2006)

Les affections fongiques peuvent être locales ou généralisées. On retrouve les lésions majoritairement sur les écailles ventrales et latérales. Elles sont également parfois associées à des lésions mandibulaires et péri-cloacales. Dans certaines infections avancées, il peut y avoir une dissémination systémique du pathogène. Les champignons pathogènes des reptiles sont kératinophiles, ils se développent ainsi dans les cellules de l'épiderme. Les lésions retrouvées chez des serpents atteints d'affections fongiques sont des érosions, des ulcères, des vésicules, des plages de nécroses et d'hyperkératoses pigmentées en orange, brun ou jaune et des croûtes. On retrouve également fréquemment la formation de granulomes allant

jusqu'à la dermatite granulomateuse généralisée. (Paterson Sue 2006 ; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016; Drury R. Reavill and Chris Griffin 2019; T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019)

Le diagnostic des dermatoses fongiques se base sur les signes cliniques, les marqueurs sanguins d'infection grâce au numération formule sanguine et au comptage des lignées de globules blancs, l'examen cytologique des lésions cutanées, l'examen histologique de biopsies cutanées et la PCR sur prélèvements sanguins ou sur biopsies cutanées. Cependant, il est très difficile de réaliser des cultures des champignons à partir des prélèvements effectués. Seuls certains laboratoires spécifiquement équipés et habitués à ces genres de champignons parviennent à obtenir des cultures et à identifier les souches présentes. (Figure 13) L'identification du genre est une identification morphologique. De plus, la croissance de ces champignons en culture est lente et peut prendre plusieurs mois. Ainsi il est difficile d'obtenir un diagnostic étiologique avec certitude. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019 ; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

S'il est réalisable (lésions délimitées, zones atteintes...), le traitement est tout d'abord chirurgical consistant en un débridement et une désinfection de la lésion afin d'éliminer au maximum les plages nécrotiques et les placards fongiques. Dans tous les cas (lésions diffuses ou traitement secondaire à une chirurgie), l'application de traitements topiques antifongiques pour des affections locales et la prise systémique d'antifongiques dans les cas d'infections générales associés à des mesures environnementales et hygiéniques strictes permettent de diminuer voire d'éliminer la charge pathogène. Le traitement des dermatites fongiques est très long, et la plupart des molécules à la disposition du vétérinaire ont des effets secondaires toxiques, notamment pour le foie, ainsi il est important de suivre les patients atteints de maladies fongiques et de monitorer leurs marqueurs sanguins hépatiques. (Paterson Sue 2006 ; James F.X. Wellehan and Stephen J. Divers 2019b; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016; T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019) Les antifongiques utilisés chez les serpents sont répertoriés dans le tableau I.

**Tableau I : Molécules antifongiques utilisées chez les reptiles. ICI : Intra Cloacal. (D'après Eric Klaphake, Paul M. Gibbons, Kurt K. Sladky 2018; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)**

Molécule	Posologie	Application et commentaires
<b>Clotrimazole</b>	Topique	En bain, souvent associé à une désinfection préalable grâce à un bain de povidone iodée
<b>Griseofulvin</b>	15 à 40 mg/kg PO tous les trois jours	Résultats limités
<b>Itraconazole</b>	5 à 23,5 mg/kg PO SID	Pas d'utilisation décrite chez les serpents
<b>Ketoconazole</b>	25 mg/kg PO SID 21 j	Particulièrement utilisé chez les serpents
<b>Miconazole</b>	Topique	En bain, souvent associé à une désinfection préalable grâce à un bain de povidone iodée
<b>Malachite verte</b>	0,15 mg/L d'eau	Infections fongiques entériques, en bain
<b>Nystatine</b>	100 000 UI/kg PO SID 10 jours	Infections fongiques entériques
<b>Povidone iodée 0,05%</b>	Topique	Surinfections secondaires, en association avec un antifongique au sens propre.
<b>Terbinafine</b>	Topique	Traitement long
<b>Tolnafate 1%</b>	Topique	En bain, souvent associé à une désinfection préalable grâce à un bain de povidone iodée
<b>Voriconazole</b>	10 mg/kg ICI 3 à 4 fois par semaine	Indiqué pour le traitement des infections à <i>Ophidiomyces ophiodiicola</i>

#### La maladie fongique des serpents

Cette affection fongique a pour agent étiologique *Ophidiomyces ophiodiicola*. La maladie fongique des serpents est une grande problématique de santé publique actuellement en Amérique du Nord et débutante en Europe car cette affection menace les populations sauvages de serpents. Ses hautes morbidité et mortalité associées à une grande contagiosité causent de grosses pertes, notamment récemment parmi les populations américaines sauvages de serpents à sonnette et les serpents du genre *Thamnophis*. (Drury R. Reavill and Chris Griffin 2019 ; Allender et al. 2018 ; Ross, Rodrigues Hoffmann, Neufeld 2019)

Dans le cas de suspicion ou de diagnostic de maladie fongique dans un élevage, il faut mettre en place des mesures de quarantaine strictes. De même, à l'acquisition d'un nouvel individu par un éleveur, étant donné la haute contagiosité de *Ophidiomyces ophiodiicola*, il est nécessaire de respecter plusieurs jours de quarantaine afin de remarquer des lésions si l'animal est infecté et pouvoir le traiter avant de l'introduire avec les autres serpents. (Sam Rivera 2019)



**Figure 13 : Maladie fongique des serpents ; (a) expression clinique des lésions cutanées, (b) aspect macroscopique d'une colonie d'*Ophidiomyces ophiodiicola*. (John V. Rossi 2019)**

Cette maladie entraîne une dysbiose. Certaines populations fongiques et bactériennes sont alors présentes en nombre inhabituel ; deux genres de bactéries, *Serratia* et *Janthinobacterium* ont été isolées chez des serpents (terrestres et aquatiques) atteints de maladie fongique, qui ne sont normalement pas retrouvées en si grandes proportions. La découverte est d'autant plus préoccupante que les bactéries du genre *Serratia* ont également été retrouvées sur des lésions dermatologiques chez des Hommes immunodéprimés. (Walker et al. 2019 ; Allender et al. 2018 ; Ross, Rodrigues Hoffmann, Neufeld 2019; Romer et al. 2022)

Le pathogène est retrouvé plus dans les sols humides que dans l'eau en milieu naturel. (Walker et al. 2019) *Ophidiomyces ophiodiicola* a été identifié sur des prélèvements effectués sur les lésions mais également sur des prélèvements réalisés sur des individus malades à distance des lésions sur des zones de peau d'apparence saine. (Allender et al. 2018) Le traitement est le même que pour toutes les affections fongiques. (Eric Klaphake, Paul M. Gibbons, Kurt K. Sladky 2018; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

## ii. Traumatismes

Plusieurs traumatismes sont décrits chez les serpents. La plupart d'entre eux sont liés à la captivité. C'est le cas des plaies infligées par les proies lors du nourrissage, des abcès et abrasions du rostre et des brûlures. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016) Les traumatismes liés à la zootechnie seront approfondis ultérieurement dans une partie consacrée à la zootechnie et nous étudierons également leurs conséquences sur le déroulement de la mue.

### *Morsures et plaies causées par les proies*

Dans le cas où l'animal est nourri avec des proies vivantes, des morsures ou griffures peuvent être subies par le serpent. Dans le cas où des serpents sont détenus à plusieurs, il est également possible qu'ils s'attaquent et se blessent au moment du repas, par compétition ou par accident. Il est conseillé d'éviter de donner des proies vivantes pour éviter ces blessures et de séparer les animaux lors du nourrissage. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

Le traitement à mettre en place en cas de morsures ou de griffures est la désinfection des plaies associée à une analgésie et une antibiothérapie. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019)

### *Abrasions*

Les abrasions sont des effractions de la peau causées par reptation, frottements, cognements et comportements de type pousse au mur sur les surfaces du terrarium. Les abrasions les plus communes sont rostrales mais elles peuvent affecter toutes les zones du corps. Elles correspondent à des plaies plus ou moins larges qui peuvent être compliquées par des infections bactériennes et fongiques, évoluant en abcès, ulcères et pouvant dans les cas les plus graves ou en cas de mauvaise prise en charge engendrer une ostéomyélite sur les os au niveau de la plaie (mandibules principalement) ou des nécroses cutanées. Les infections secondaires peuvent être létales pour l'animal, dans le cas où l'infection devient systémique.

Le surpeuplement, le stress causé par les conditions environnementales, notamment par la compétition intra ou interspécifique et les comportements de fuite engendrés, ou les stress aigus engendrant également des comportements de fuite, ainsi que les matériaux utilisés dans le vivarium sont des facteurs favorisants. Par exemple, les parois en verre sont invisibles pour ces animaux et les abrasions sont fréquentes lorsque les individus sont maintenus dans des terrariums entièrement entourés de parois de verre. Les espèces de serpents réputées plus « nerveuses » (*Boa spp.*, *Morelia spp.*) et présentant des comportements actifs sont plus exposées aux abrasions. (Bulliot 2001 ; Richard S. Funk and James E. Bogan, Jr. 2019)

Le traitement des abrasions consiste principalement en la désinfection régulière et fréquente du site (à la povidone iodée par exemple). Dans certains cas, un parage chirurgical et une antibiothérapie topique ou systémique sont nécessaires. L'utilisation de pansements liquides en spray est également décrite pour protéger le site. (Paterson Sue 2006 ; T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019 ; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

Dans les cas d'effractions de la barrière cutanée par morsures, griffures ou abrasions, on observe parfois la formation secondaire d'un abcès, qui se développe au point d'effraction suite à une colonisation bactérienne secondaire.

## Abcès

Les abcès sont des collections sous-cutanées pyogranulomateuses (composées d'un mélange de cellules dégénérées tels que des hétérophiles, des macrophages et des lymphocytes) dans une cavité creusée par la destruction tissulaire entraînant un gonflement localisé de la peau, associées à la présence de bactéries pathogènes, de cellules inflammatoires et de fibres. Le pus des reptiles est très caséux et plutôt pâteux et les abcès sont la plupart du temps entourés d'une coque fibreuse se développant en plusieurs couches rendant difficile le traitement.

Les bactéries impliquées dans les abcès sont le plus souvent des bactéries à coloration Gram négative. On retrouve plus rarement des affections dues à des bactéries à coloration Gram positive ou à des bactéries anaérobies mais également des affections mixtes. Les abcès sont principalement secondaires à une colonisation bactérienne suite à une effraction de la barrière cutanée. Ils sont plus rarement secondaires à une infection systémique et ont alors une répartition multifocale. Dans certains cas, où les bactéries impliquées sont *Salmonella spp.* ou *Mycobacterium spp.*, on observe des ostéoarthrites, des ostéomyélites et des abcès des tissus mous. Des cas d'hypovitaminoses A chez des reptiles sont caractérisés par des lésions cutanées avec une hyperplasie squameuse de l'épithélium résultant en la formation d'abcès périoculaires et oraux.

Une cytoponction par aspiration à l'aiguille fine, qui n'est pas toujours facilement réalisable étant donné la composition caséuse des abcès, suivie d'un examen cytologique du prélèvement permet de distinguer les différentes dermatoses nodulaires : néoplasies, hématomes, granulomes, kystes (notamment parasitaires) et abcès. Toutefois, l'exploration est généralement chirurgicale avec le retrait de la masse avant de déterminer son origine, grâce à un examen histopathologique. La récupération par aspiration du contenu des abcès permet également la réalisation de cultures bactériennes et d'antibiogrammes ainsi que de cultures fongiques.

Le traitement des abcès consiste en une exérèse chirurgicale de l'abcès entier et de sa coque. Dans les cas où l'exérèse complète n'est pas possible, un débridement chirurgical et une marsupialisation de l'abcès permettent un accès pour des traitements anti-infectieux topiques. Si l'abcès ne peut être retiré en entier, les récurrences sont fréquentes et le traitement doit être long et rigoureusement suivi. Suite à la marsupialisation, des débridements réguliers sont effectués ainsi que des flushs de la plaie et des traitements antiseptiques et antimicrobiens topiques. La cicatrisation de la plaie est alors très longue et se fait en seconde intention après formation d'un tissu de granulation. L'antibiothérapie systémique est parfois nécessaire et nécessite la réalisation préalable d'une identification de l'espèce bactérienne et d'un antibiogramme. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019 ; Volker Schmidt 2019)

## Brûlures

Les brûlures sont un des motifs les plus fréquents de consultation chez un vétérinaire pour les serpents. En effet, leurs exigences environnementales thermiques étroites demandent pour la plupart des espèces d'installer des systèmes de chauffage spécifiques pour créer des gradients de température et répondre ainsi au mieux aux conditions à l'état sauvage. Certains herpétologues expriment l'hypothèse d'une composante comportementale expliquant la grande fréquence et la gravité élevée des brûlures chez les reptiles. En effet, les reptiles en train de se brûler ne présentent pas de comportement de fuite, les lésions sont donc particulièrement graves et étendues, suite au contact souvent prolongé avec la source de chaleur. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019)

On définit chez les reptiles, comme chez les humains et les mammifères domestiques, 4 degrés de brûlures en fonction de la gravité, de l'étendu et de la profondeur des lésions tissulaires (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016; T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019) ;

- Les brûlures de premier degré ou superficielle sont des lésions de l'épiderme uniquement, légèrement à modérément douloureuses et dont la prise en charge est simple. On observe parfois des vésicules.
- Les brûlures de second degré sont des brûlures avec une destruction totale de l'épiderme et partielle (superficielle ou profonde) du derme. On observe la plupart du temps des écoulements séreux à purulents (en cas d'infections secondaires) et des vésicules, de l'érythème et des décollements cutanés. Elles sont particulièrement douloureuses et nécessitent une prise en charge attentive. Le pronostic est bon à réservé.
- Les brûlures de troisième degré (Figure 14) s'étendent sur l'intégralité de l'épaisseur de l'épiderme et du derme. Elles sont généralement peu douloureuses en raison de la perte des terminaisons nerveuses et donc de la sensibilité. Elles sont souvent associées à une dégradation de l'état général avec de l'anorexie, de la déshydratation, de l'abattement et des symptômes liés à la surinfections secondaires (bactériennes ou fongiques) pouvant aller jusqu'à la septicémie. Si elles ne sont pas correctement prises en charge ou trop tard, la peau nécrose (Figure 14) et la cicatrisation ne peut se faire qu'en seconde intention. Le pronostic est réservé, amélioré par une prise en charge rapide et complète.
- Les brûlures de quatrième degré sont rares et sont des brûlures atteignant d'autres organes que la peau tel que les muscles, les os ou encore la cavité coelomique. Le pronostic est sombre.



**Figure 14 : Brûlures de 3<sup>ème</sup> degré prises en charge après 1 mois d'évolution chez un *Morelia variegata*. Certaines zones, rosées, ont commencé à cicatriser. D'autres, suintantes, présentaient une infection secondaire. La peau, encore attachée et décollée sur certaines zones, est nécrosée (on peut notamment voir le changement de couleur ; coloration brune). (Source : Dr. Delattre Pierre-Maxime, DocNac, Marcq-en-Barœul, 2022)**

Le traitement des brûlures est multimodal et va dépendre de la gravité de la brûlure et de son influence sur l'état général. Il faut faire attention aux conséquences qu'entraînent les brûlures sur l'équilibre hydrique, électrolytique ainsi que protéique de l'organisme. La prise en charge comprendra principalement la mise en place d'une analgésie (souvent grâce à la combinaison d'opioïdes et d'anti-inflammatoires non stéroïdiens), de soins de plaies et de traitements anti-infectieux locaux et systémiques auxquels on ajoutera des mesures de réhydratation (fluidothérapie intra-cloacale, intra-cœlomique, intra-veineuse ou per os) (Michael Pees and Tom Hellebuyck 2019; Quinton et al. 2015) et de réalimentation en fonction de l'atteinte de l'état général. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

Les soins de plaies dans le cas particulier des brûlures peuvent passer par différentes étapes qui sont à adapter en fonction de la plaie elle-même. Ainsi, certaines brûlures très étendues ou surinfectées nécessitent une prise en charge chirurgicale avec un nettoyage et un débridement de la plaie. Les pansements font également partis de la prise en charge des brûlures. Ils comprennent l'application de compresses froides, de pansements absorbants, de pansements corbeilles et peuvent être combinés à des rinçages quotidiens avec des solutions hyalines pour favoriser la détersion et maintenir une plaie propre ainsi qu'à des traitements antiseptiques et antimicrobiens locaux comme la sulfadiazine d'argent. Il faut prendre en compte la cicatrisation très lente des reptiles dans la prise en charge et rester attentif à l'évolution de la plaie jusqu'à sa guérison complète. De nouvelles méthodes pour favoriser la cicatrisation, utilisées en médecine humaine et vétérinaire canine (Hoisang et al. 2021 ; Salvaggio et al. 2020) se développent actuellement chez les reptiles ; la photobiomodulation par thérapie laser ou par fluorescence est actuellement étudiée chez les serpents et les lézards. La recherche dans ce domaine a montré une accélération des phénomènes de collagénogenèse lors de photobiomodulation, mais les résultats restent peu concluants quant à l'évolution des plaies au long terme, montrant peu de différences d'évolution au bout de quelques semaines avec et sans la photobiomodulation. (Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016 ; Michael Pees and Tom Hellebuyck 2019; Cusack Lara M., Joerg Mayer, Daniel C. Cutler, Daniel R. Rissi, Stephen J. Divers, 2017 ; Cole GL, Lux CN, Schumacher JP, et al. 2015) Sur la figure 15 est présenté un exemple de gestion d'une brûlure grâce à la photobiomodulation sur un *Morelia spilota variegata*. Il s'agissait de la sixième séance de photobiomodulation et la brûlure évoluait depuis huit mois. (Figure 15)



**Figure 15 :** (a) Séance de photobiomodulation sur une plaie de brûlure après deux mois d'évolution chez un *Morelia variegata* et (b) comparaison de l'aspect de la plaie avant et (c) après la séance. (Sources : Homerin Anne-Lise, Dr. Delattre Pierre-Maxime, DocNac Marcq-en-Barœul 2022)

Même avec une bonne prise en charge, la cicatrice laissée par la lésion de brûlure peut entraîner secondairement des défauts de mues avec des lambeaux qui restent accrochés sur la cicatrice. Pour prévenir les récurrences de brûlures, il est important de faire un point avec les propriétaires sur l'aménagement du terrarium, les méthodes de chauffage, leur contrôle (thermostat) et leur emplacement. (Paterson Sue 2006).

### iii. Néoplasies

Les affections néoplasiques chez les serpents sont de mieux en mieux documentées. Elles sont fréquentes (la prévalence de cancer chez les serpents en captivité est estimée à 9,8% en 2019 (Joerg Mayer and Antony S. Moore 2019)) chez les reptiles, et touchent particulièrement la peau. Les néoformations cutanées sont de différents types, selon la lignée cellulaire d'origine et le caractère malin ou bénin de la tumeur. Les principales tumeurs décrites chez les serpents à l'état sauvage ou en captivité sont : les fibromes et fibrosarcomes, les chromatophoromes, les liposarcomes, les carcinomes des cellules squameuses, les épithéliomes, les tumeurs des cellules rondes, les myxomes et myxomatomes ou encore les mélanomes. Il existe également des néoformations secondaires à des affections virales telles que les papillomes et fibropapillomes. (Paterson Sue 2006 ; T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019)

Les tumeurs cutanées se présentent généralement sous la forme de lésions nodulaires, bien délimitées et plus ou moins adhérentes aux structures sous-jacentes. Elles peuvent également être diffuses et peu remarquables, comme par un changement léger de coloration de la peau, une rougeur ou un léger relief. Bien qu'elles soient souvent agressives localement, les métastases sont rares et l'évolution est généralement lente. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019)

Les chromatophores, ou tumeur des cellules pigmentées, sont répartis en deux types selon la lignée cellulaire mais peuvent également être mixtes : iridophores et mélanophores. Ils sont de plus en plus fréquemment rencontrés (et mieux documentés) chez des serpents en captivité et sont probablement corrélés à la sélection réalisée en élevage de certains phénotypes de robes. De plus, ils sont plus fréquents chez les espèces diurnes mais le lien avec l'exposition aux rayonnements ultra-violetts reste à déterminer. (Heckers et al. 2012; Muñoz-Gutiérrez, Garner, Kiupel 2016) D'autres affections des cellules pigmentées, tumorales ou non, existent (comme par exemple l'albinisme ou les mélanomes) (Paterson Sue 2006) et présentent un caractère héréditaire. Elles sont à différencier en pratique selon les signes cliniques, l'examen cytologique de cytoponctions à l'aiguille fine et l'examen histopathologique de biopsies cutanées. Pour établir le diagnostic de certitude, l'examen cytologique et histopathologique sont les examens de choix. Les techniques et procédures sont sensiblement les mêmes que pour les carnivores domestiques et la mise en place de ces examens est facile, rapide et peu coûteuse. L'immunohistochimie, utilisée en médecine humaine et vétérinaire chez les carnivores domestiques est encore peu utilisée et étudiée chez les reptiles. (Stephen J. Divers 2019b ; Paterson Sue 2006)

Il existe différents traitements dans le cas des affections tumorales. Le choix du traitement se fait selon le type de tumeur, son grade, son évolution, sa localisation et la présence ou non de métastases. En cas de lésions nodulaires bien délimitées, le traitement est préférentiellement chirurgical, avec exérèse totale de la masse en marge saine. Il est conseillé de faire analyser histologiquement la masse et ses marges afin d'établir le pronostic et la suite de la prise en charge. Plusieurs thérapies non chirurgicales existent également et peuvent être utilisées chez les serpents en complément ou à la place de la thérapie chirurgicale : ce sont les thérapies lasers, la cryothérapie ou encore la radiothérapie, encore assez peu développées chez les serpents. Enfin, des protocoles médicaux de chimiothérapies sont décrits chez les reptiles. (Paterson Sue 2006 ; Joerg Mayer and Antony S. Moore 2019 ; T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019) Le tableau ci-après (tableau 2) répertorie les molécules utilisées en chimiothérapie anti-cancéreuse chez les reptiles. Elles sont souvent associées et utilisées selon des protocoles stricts chez les humains et les carnivores domestiques mais nous avons encore peu d'informations sur leur utilisation en médecine des reptiles. Toutefois, il est intéressant de noter qu'un protocole complet CHOP (Cyclophosphamide – Hydroxyadriamycine – Oncovin™ (Vincristine) – Prednisone) a récemment été étudié et montre des résultats satisfaisants dans le traitement d'un lymphome chez un Iguane vert. (Folland et al. 2011 ; Eric Klaphake, Paul M. Gibbons, Kurt K. Sladky 2018)

**Tableau II : Molécules utilisées en chimiothérapie anti-cancéreuse chez les reptiles.** ICe : Intra Cœlomique, IM : Intra Musculaire, IV : Intra Veineux, PO : Per Os, SC : Sous Cutané. (D'après Eric Klaphake, Paul M. Gibbons, Kurt K. Sladky 2018; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

Molécule	Posologie	Applications
Carboplatine	2,5 à 5 mg/kg IV ou ICe	Carcinomes, ostéosarcomes, mésothéliomes, carcinomatoses
Cisplatine	0,5 à 1 mg/kg IV ou ICe	Carcinomes, ostéosarcomes, sarcomes infiltrants (utilisée en intra-lésionnel), mésothéliomes, carcinomatoses
Cyclophosphamide	10 mg/kg SC, IM, IV ou ICe	Lymphomes, leucémies, tumeurs myoprolifératives
Doxorubicine	1 mg/kg IV 2 fois à 7 jours d'intervalle puis 2 fois à 14 jours d'intervalle puis 2 fois à 21 jours d'intervalle	Utilisée chez les serpents dans le traitement des sarcomes, lymphomes et carcinomes. Les périodes de traitements décrites dans la littérature varient.
L-asparaginase	400 UI/kg SC, IM ou ICe	Lymphomes, leucémies, tumeurs myoprolifératives
Melphalan	0,05 à 0,1 mg/kg PO	Lymphomes, leucémies, tumeurs myoprolifératives
Vincristine	0,025 mg/kg IV	Lymphomes, leucémies, tumeurs myoprolifératives

Le pronostic des tumeurs cutanées est généralement bon mais dépend du type de la tumeur, de sa localisation, de son étendue et de sa dissémination à distance, de son agressivité et de sa prise en charge. Les tumeurs malines cutanées fréquentes sont principalement les fibrosarcomes et les carcinomes des cellules squameuses, qui ont tendance à métastaser plus fréquemment que les autres types de tumeurs par voies lymphatiques vers les organes viscéraux (foie et rate notamment). (Paterson Sue 2006)

### c. Une grande importance de la zootechnie

Le maintien des reptiles en captivité nécessite une bonne connaissance de l'exigence de l'espèce concernée à l'état naturel. La terrariophilie est une discipline complexe qui demande une grande attention du détail. Le non-respect des conditions environnementales spécifiques peut avoir des conséquences importantes sur la santé de l'animal. (Hollandt, Baur, Wöhr 2021) La zootechnie rassemble l'ensemble des techniques retrouvées en élevage pour assurer un environnement permettant de répondre à l'ensemble des besoins comportementaux, nutritionnels, reproducteurs (le cas échéant) et physiologiques de l'espèce maintenue en captivité. Ainsi elle comprend le terrarium et ses conditions environnementales (température, humidité, lumière...), les enrichissements et leur aménagement mais également la qualité et la quantité de nourriture et d'eau proposées, le respect de la journée type et du temps consacré à l'état sauvage à chaque besoin... (Richard S. Funk and Scott J. Stahl 2019; John V. Rossi 2019; Paterson 2006d; Sean M. Perry, Samantha J. Sander, Mark A. Mitchell 2016)

Un régime alimentaire incorrect associé à un environnement inadapté reste aujourd'hui la principale cause de maladie chez les reptiles en captivité (Stephen J. Divers, Scott J. Stahl 2019). Les auteurs en médecine dermatologique des serpents et des reptiles en général insistent sur l'importance de la zootechnie dans la prévention, la prise en charge et la guérison des affections. Il s'agit ici de rappeler les affections qui sont classées comme environnementales ou liées à la zootechnie qui sont en effet les seuls affections cutanées non-infectieuses hormis les causes tumorales. Parmi celles-ci, on retrouve (Paterson Sue 2006) :

- **Les abcès et abrasions**, plus fréquents au niveau du rostre, dus aux frottements contre les parois du terrarium ou d'autres blessures liées aux éléments d'enrichissement du terrarium.
- **Les plaies de morsures et de griffures par des proies**. Rencontrées dans le cas où l'animal est nourri avec des proies vivantes, dans un environnement inadapté.
- **Les dermatites de contact**, dans des cas où le substrat du terrarium contient des composants chimiques (liants, colles, arômes...) où après utilisation de produits de nettoyage pour l'entretien du terrarium.
- **Les brûlures**, en cas de contact direct, plus ou moins long, entre le serpent et les systèmes de chauffage. Dues à un système de chauffage inadapté et/ou mal protégé.
- **Les dermatoses nutritionnelles** ; des hypovitaminoses C ou des déficits en protéines secondaires à une malnutrition chronique sont notamment décrits chez les serpents.

Chacune des dermatoses décrites ci-dessus peut avoir des conséquences plus graves et au long terme. Les plaies et abrasions sont sensibles aux infections secondaires, pouvant se compliquer en septicémie dans les cas les plus graves. Les dermatoses nutritionnelles sont souvent associées à des affections d'autres organes comme les yeux, le cœur, le foie... et peuvent être mortelles. Enfin les cicatrices laissées par les plaies entraînent, dans la majeure partie des cas, des défauts de mues pouvant également se compliquer secondairement. Le

propriétaire doit ainsi surveiller chacune des mues pour aider la réalisation de celle-ci dans les zones cicatricielles. (Paterson Sue 2006)

Les défauts de zootechnie ont non seulement un rôle étiologique dans certaines dermatoses, mais ils sont également des facteurs favorisant ou aggravant pour d'autres dermatoses ; par exemple, les affections fongiques secondaires sur une plaie, favorisées dans un terrarium humide et incorrectement nettoyé. Un environnement inadapté à l'espèce captive et le stress que cela impose à l'organisme favorise les affections (dermatoses ou autres). De plus, les traitements mis en place auront une action moins efficace sur un serpent dans un environnement inadapté et la cicatrisation sera plus lente en cas de stress environnemental associé. (Richard S. Funk and Scott J. Stahl 2019 ; Paterson Sue 2006)

## Ce qu'il faut retenir

- Les serpents sont des reptiles appartenant à l'ordre des **Squamates**, les espèces fréquemment rencontrées en consultation (*Python spp.*, *Boa spp.*, *Lampropeltis spp.*, *Morelia spp.*, *Pantherophis spp.*) appartiennent au sous-ordre des **Ophidiens**.
- Les *Boas* sont des animaux **semi-arboricoles** qui vivent dans des zones **humides** ; l'humidité préconisée en terrarium est d'environ 80%. Leurs **Températures Moyennes Préférentielles (TMP)** varient de **27 à 32°C le jour et de 21 à 27°C la nuit**.
- Les *Pythons* possèdent les mêmes températures préférentielles que les *Boas*, bien qu'ils puissent supporter de plus grandes variations de température étant originaires des **savanes arides d'Afrique**. L'humidité dans le terrarium peut varier de 60 à 80%.
- Les *Pantherophis* et *Lampropeltis* sont des espèces **désertiques** qui nécessitent une **humidité** relativement **faible** aux environs de 40%. Leurs températures moyennes préférentielles sont comprises entre **25°C et 29°C le jour et 19°C à 24°C la nuit**.
- Les *Morelia viridis*, originaires des **forêts tropicales humides d'Australie et de Nouvelle-Guinée**, nécessitent des enrichissements adaptés (branchages...), un environnement **humide** (à plus de 70% d'humidité) et des **TMP entre 24 et 28°C le jour et 21 à 24°C la nuit**.
- Les affections dermatologiques ont souvent une **cause infectieuse**, qu'elle soit primaire ou secondaire. Parmi les causes infectieuses, on retrouve les **parasites** (*Ophionyssus natricis*), **virus** (notamment Reptarenavirus (IBD), Papillomavirus et Herpesvirus), **bactéries** (*Dermatophilus congolensis*) et **champignons** (*Ophidiomyces ophiodiicola*). L'infection est généralement **mixte et secondaire** à une baisse d'immunité, une dysbiose (notamment par variation des conditions environnementales) ou une effraction de la barrière.
- Les maladies infectieuses sont des enjeux préoccupants de **santé publique** à cause des **conséquences** qu'elles ont sur les **populations de serpents sauvages** et le caractère **zoonotique** de certaines.
- **La maladie des ampoules** est une maladie fréquente chez les serpents mais son origine est encore débattue, elle est probablement multifactorielle et est souvent associée à un **excès d'humidité** dans le terrarium.
- D'autres affections ont pour causes primaires des **défauts de zootechnie** c'est-à-dire des conditions environnementales ou nutritionnelles non adaptées à l'espèce. Parmi celles-ci on retrouve les traumatismes, les affections nutritionnelles ou les dermatites de contact.
- **L'oncologie** reste un domaine encore peu étudié chez les serpents mais on a pu mettre en évidence des tumeurs similaires à celles retrouvées en médecine canine (fibrome, lipome, carcinome). Les traitements réalisables en pratique sont encore illusoire et peu réalisés.



## Partie 2 : Etude expérimentale des paramètres de la barrière cutanée

### A) Objectif du projet d'étude

La détention en captivité de serpents est de plus en plus répandue en France et les propriétaires d'animaux exotiques sont d'avantage demandeurs de services vétérinaires qui doivent être de plus en plus poussés. Ainsi l'utilisation de nouvelles méthodes d'analyses utilisées majoritairement jusqu'alors en médecine humaine et en médecine des animaux de compagnie canine, féline et équine est une des problématiques majeures pour les vétérinaires des nouveaux animaux de compagnie.

En première partie, nous avons vu qu'il existait peu d'études sur les caractéristiques de la barrière cutanée des serpents. Etant donné l'utilité de ces paramètres pour informer sur l'intégrité de la barrière cutanée en médecine humaine et vétérinaire canine et équine (cf supra partie 1.A), nous nous interrogeons ici sur l'applicabilité de ces méthodes sur les serpents en tant que nouvel animal de compagnie. De plus, les serpents détenus en captivité présentent de nombreuses affections dermatologiques (cf supra partie 1.B), souvent conséquences de mauvaises conditions de détention parallèles à leur exigence élevée face aux variations du milieu de vie.

Ainsi, les mesures des trois paramètres cutanés (PIE, pH et taux d'hydratation) étudiés ci-dessus pourraient permettre de développer nos connaissances sur la physiologie dermatologique des serpents et ainsi permettre de caractériser les atteintes de la peau chez ces animaux. Cette étude a pour but premier de caractériser la barrière cutanée de serpents issus de 4 genres différents en mesurant ces trois paramètres afin d'obtenir des valeurs de référence sur des animaux ne présentant pas d'affections dermatologiques. La finalité de la détermination de valeurs de référence étant la possibilité d'utiliser les mesures de PIE, de pH et du taux d'hydratation pour caractériser une affection dermatologique.

Cette étude a également pour objectif de comparer les résultats obtenus sur 5 zones du corps différentes afin de déterminer si les caractéristiques de la peau des serpents varient d'une zone du corps à l'autre.



## B) Etude expérimentale

### a. Matériel et méthode

Le protocole ci-après a été validé par le comité d'éthique de VetAgro Sup numéro 2126. Les propriétaires ayant accepté que leurs serpents soient inclus dans l'étude ont signé un document de consentement éclairé. (Annexe 1)

#### i. Matériel

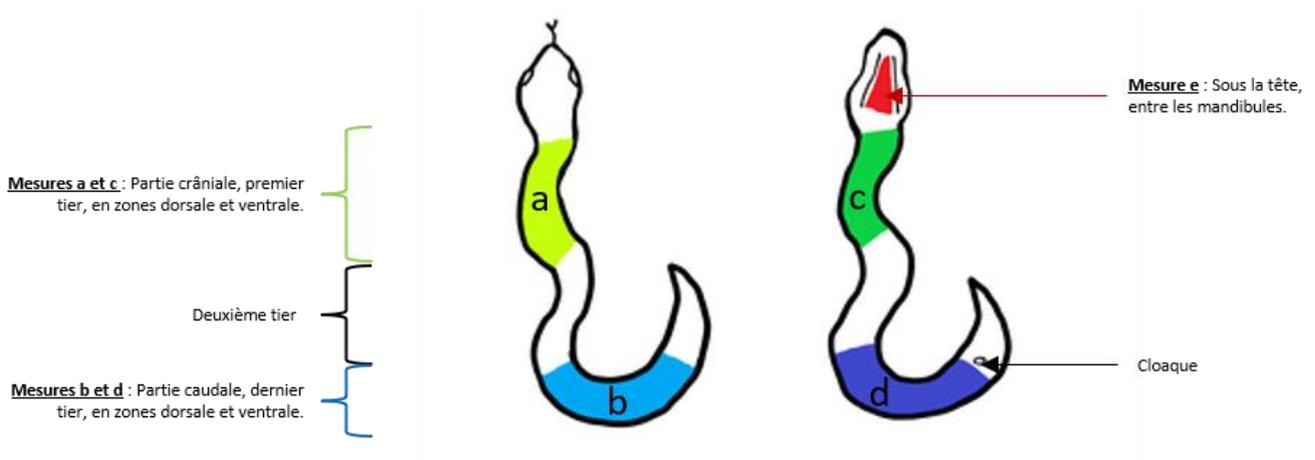
Pour étudier chacun des trois paramètres décrits en première partie, nous avons utilisé 3 appareils de mesures. Les appareils de mesures de la PIE, de la cornéométrie et du pH étaient respectivement l'AquaFlux200®, la sonde MPA 580 et la sonde Hanna pH-meter. (Figure 17)

Les individus inclus dans cette étude sont des serpents provenant de deux élevages différents ; l'élevage Aquaterra (élevage possédant des serpents des espèces *Python regius*, *Boa constrictor imperator*, *Lampropeltis leonis* et *Pantherophis guttatus*), association étudiante de l'école nationale vétérinaire VetAgro Sup et un élevage de particulier de *Python regius* et de *Lampropeltis mexicana* sur Saint Fons. Il est important de prendre en considération les différences d'élevage entre les serpents, notamment car certains sont élevés en rack et d'autres en terrarium. Les conditions dans chacun des élevages de température et d'humidité sont mesurées par sondes dans les deux cas et sont contrôlées grâce à des tapis chauffants et des bassins d'eau dans les terrariums et racks. Les températures mesurées en moyenne dans l'élevage Aquaterra sont entre 28°C au point froid et 32°C au point chaud pour tous les genres sauf les *Boas* pour lesquels la température varie de 28°C à 33°C. L'humidité est de 50% dans tous les terrariums d'Aquaterra. Les températures moyennes relevées dans l'élevage de Saint Fons pour les serpents du genre *Python* sont 32°C au point chaud et 26°C au point froid, l'humidité moyenne est de 40%. Elle est de 50% pour les *Lampropeltis* et la température varie de 28°C au point chaud contre 22°C au point froid. Tous les serpents inclus dans l'étude vivent seul dans leur terrarium ou rack. La litière est constituée de copeaux de hêtre ou de fibres de coco pour l'élevage Aquaterra et de copeaux de peuplier pour l'élevage de Saint Fons. Tous les serpents sont nourris avec des proies mortes décongelées au bain-marie.

## ii. Méthode

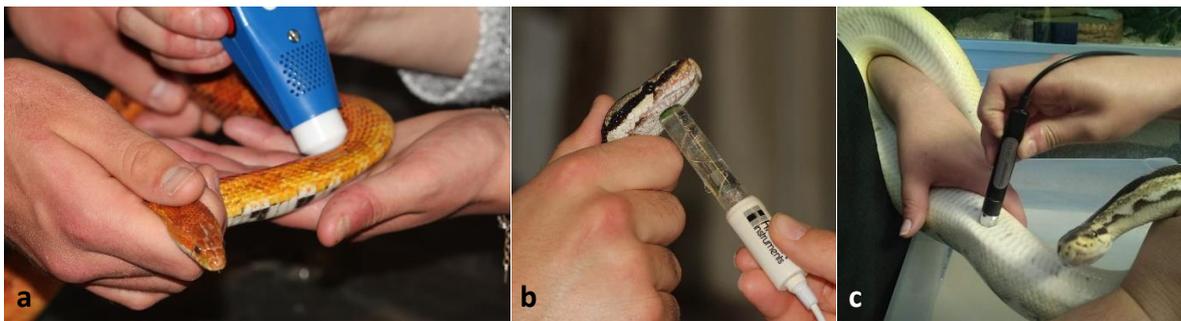
Les mesures ont été prises sur 5 zones différentes (Figures 16 et 17):

- Zone a : Dans le premier tier, le plus crânial, sur la face dorsale du serpent.
- Zone b : Dans le dernier tier, le plus caudal, sur la face dorsale du serpent.
- Zone c : Dans le premier tier, le plus crânial, sur la face ventrale du serpent.
- Zone d : Dans le dernier tier, le plus caudal, sur la face ventrale du serpent, crânialement au cloaque.
- Zone e : Sous la tête, entre les deux mandibules.



**Figure 16 :** Schéma des différentes zones de mesures. (Source : Homerin Anne-Lise)

Pour chaque paramètre, nous avons effectués trois répétitions de la mesure sur chaque zone, obtenant ainsi cinq moyennes des trois répétitions sur chacune des zones par paramètres soit quinze moyennes par serpents. Les résultats obtenus ont ensuite été comparés entre zones.



**Figure 17 :** (a) Photographie d'une mesure de la PIE sur un serpent du genre Pantherophis, (b) du pH et (c) du taux d'hydratation sur deux serpents du genre Python. (Sources : Club Aquaterra VetAgro Sup, Unité de dermatologie VetAgro Sup, Homerin Anne-Lise 2021)

### iii. Analyses statistiques

Les études statistiques ont été réalisées avec le logiciel R version 4.1.2 avec un seuil critique de 5%. Etant donné le faible effectif présenté dans chaque genre de serpents, associé à l'observation de la représentation graphique de la distribution des valeurs, nous réalisons ci-après des tests statistiques non paramétriques, considérant ainsi que la distribution des valeurs ne suit pas la loi normale.

Pour chaque genre, les valeurs de PIE, de pH et de taux d'hydratation sont comparées entre les 5 zones grâce à un test de Friedman en utilisant l'individu comme facteur aléatoire et la zone de mesure comme facteur fixe. Ce premier test permet de mettre en évidence ou non l'existence d'une différence significative entre certaines zones de mesure pour le paramètre mesuré entre les serpents appartenant au genre concerné (p-value <0,05). Si une différence est mise en évidence, c'est le test post-hoc de Nemenyi avec correction de Bonferroni qui permet de savoir entre quelles zones. Pour cela, le test compare les zones deux à deux par paires et permet de savoir quelles zones sont différentes significativement de quelles autres (p-value <0,05).

L'ensemble des résultats (données brutes et p-value) sont donnés avec deux chiffres significatifs afin de correspondre à la précision des appareils de mesures utilisés.

### b. Résultats

Les mesures ont été effectuées sur un échantillon de 36 serpents, neuf provenaient du club Aquaterra de l'école nationale vétérinaire VetAgro Sup et 27 de l'élevage de Saint Fons. Cinq espèces différentes (Figure 18) se distinguaient dans l'échantillon ; 26 serpents de l'espèce *Python regius*, trois l'espèce *Boa constrictor imperator*, deux de l'espèce *Pantherophis guttatus*, deux de l'espèce *Lampropeltis mexicana* et trois de l'espèce *Lampropeltis leonis*. Les deux espèces du genre *Lampropeltis* ne seront pas distinguées lors de l'exploitation des résultats. En effet, nous nous sommes intéressés aux similitudes et différences entre les genres et ne réaliseront pas ici de distinguo entre deux sous-espèces.



**Figure 18 :** Photographies de 4 serpents issus des 4 genres sur lesquels les mesures ont été effectuées : (a) *Boa constrictor imperator*, (b) *Python regius*, (c) *Lampropeltis*, (d) *Pantherophis guttatus*. (Source : Club Aquaterra, VetAgro Sup 2022)

Les critères d'inclusion étaient tous les serpents en bonne santé, ne présentant ni maladie systémique, ni signes cliniques pouvant évoquer une affection générale ou dermatologique. Aucun serpent ne présentait d'effraction cutanée, ni de cicatrice sur les zones de mesure des trois paramètres. Les âges et sexes étaient répartis dans la population comme décrit dans le tableau III.

**Tableau III : Répartition des âges et sexes dans les différents genres de la population étudiée.** (Source : Homerin Anne-Lise)

Genres	Nombre d'individus	Nombre de femelles	Nombre de mâles	Âges	Moyenne des âges (en années)	Médiane des âges (en années)
<i>Python</i>	26	13	13	[3 mois ; 10 ans]	5,2	6
<i>Boa</i>	3	2	1	[3 ans ; 10 ans]	7	8
<i>Lampropeltis</i>	5	3	2	[5 ans ; 7 ans]	6	6
<i>Pantherophis</i>	2	2	0	12 ans	12	12
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>[3 mois ; 12 ans]</b>	<b>5,6</b>	<b>6</b>

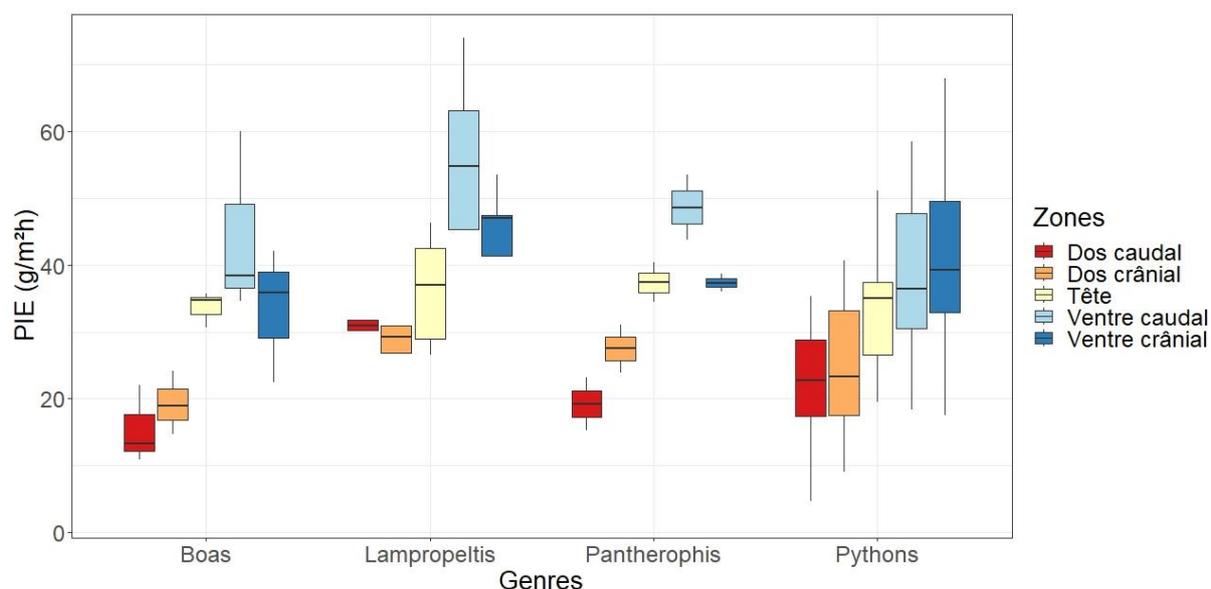
Les résultats obtenus pour chaque paramètre sont les suivants :

i. *Perte insensible en eau (Figure 19)*

Pour chaque genre sont listées ci-dessous les données brutes sous la forme [moyenne ; écart-type] dans un tableau répertoriant les variables « PIE » mesurées par zone et par genre (Tableau IV).

**Tableau IV : Tableau des moyennes et écart-types pour la variable « PIE » par genre de serpents et par zone de mesures.** (Source : Homerin Anne-Lise)

Zones / Genres	Dorsale caudale	Dorsale crâniale	Ventrale caudale	Ventrale crâniale	Tête
<i>Python</i>	[23,24 ; 9,25]	[24,29 ; 8,84]	[38,76 ; 11,14]	[42,03 ; 13,08]	[33,78 ; 10,24]
<i>Boa</i>	[15,42 ; 7,92]	[19,23 ; 6,74]	[44,36 ; 17,94]	[33,44 ; 13,91]	[33,69 ; 3,56]
<i>Lampropeltis</i>	[29,32 ; 6,40]	[28,69 ; 7,71]	[50,48 ; 22,39]	[38,41 ; 20,41]	[36,28 ; 8,49]
<i>Pantherophis</i>	[19,23 ; 5,66]	[27,50 ; 5,04]	[48,66 ; 6,87]	[37,35 ; 1,86]	[37,40 ; 4,24]



**Figure 19 : Répartition des valeurs de PIE en fonction des zones de mesures et des genres de serpents.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « PIE » pour chaque zone et chaque genre). (Source : Homerin Anne-Lise)

Sur la figure 19, on observe chez les *Boas*, les *Pantherophis* et les *Pythons* une PIE plus faible en zones dorsales qu'en zones ventrales. La PIE de la zone entre les mandibules se situe entre ces groupes de valeurs pour tous les genres. Les PIE sont relativement similaires entre les différents genres. On remarque que les *Lampropeltis* ont les valeurs moyennes de PIE les plus élevées, en zones ventrales et que les *Boas* ont la moyenne la plus faible, en zone caudale du dos.

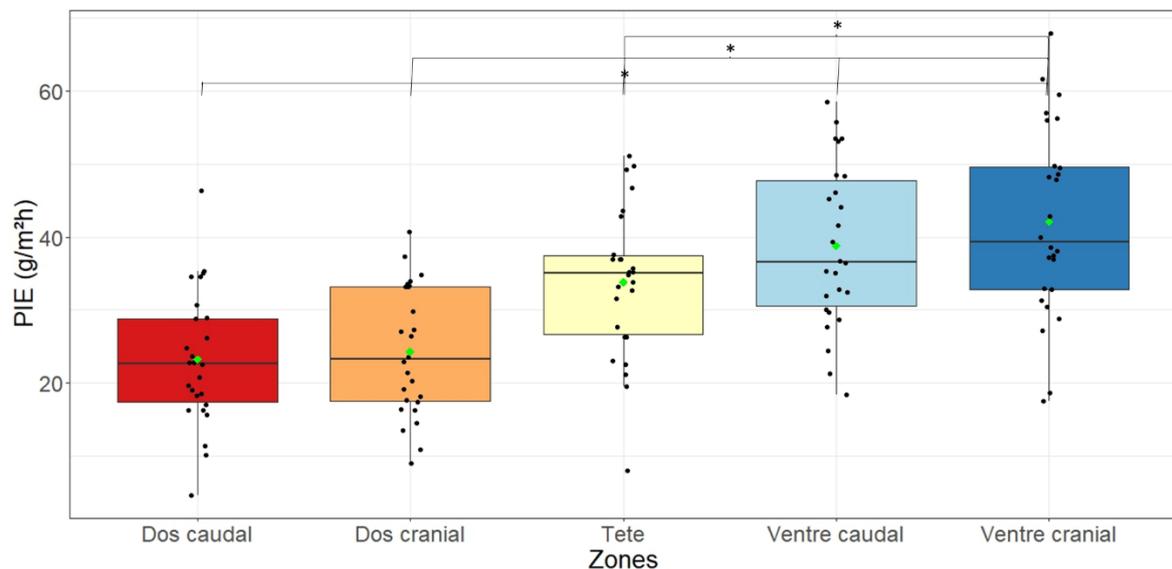
Une différence significative est observée entre des zones pour les serpents des genres *Python* et *Boa* ( $p < 0,05$ ) et aucune différence significative n'est mise en évidence entre les zones pour les serpents des genres *Lampropeltis* et *Pantherophis*. Après la réalisation du deuxième test, nous obtenons les résultats suivants ;

Pour les serpents du genre *Python*, les valeurs obtenues ne différaient pas significativement entre les zones ventrales crâniale et caudale ni entre les zones dorsales crâniale et caudale ni entre la tête et la zone ventrale caudale. Cependant, les valeurs de PIE des zones dorsales étaient significativement inférieures à celles des zones ventrales et de la tête et les valeurs de PIE de la zone ventrale crâniale sont significativement supérieures à celles de la tête (Tableau V, Figure 20).

Pour les serpents du genre *Boa*, les valeurs obtenues ne différaient pas significativement entre les zones sauf entre les zones dorsale caudale et ventrale caudale ; les valeurs de PIE obtenues sur la zone ventrale caudale sont significativement supérieures à celles de la zone dorsale caudale. (Tableau VI, Figure 21).

**Tableau V : Valeurs des p-value d'après le test de Nemenyi pour la PIE en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Python.** Sont représentées en caractères gras les valeurs de p-value inférieures à 0,05 qui mettent en évidence des différences significatives entre les mesures des zones concernées. (Source : Homerin Anne-Lise)

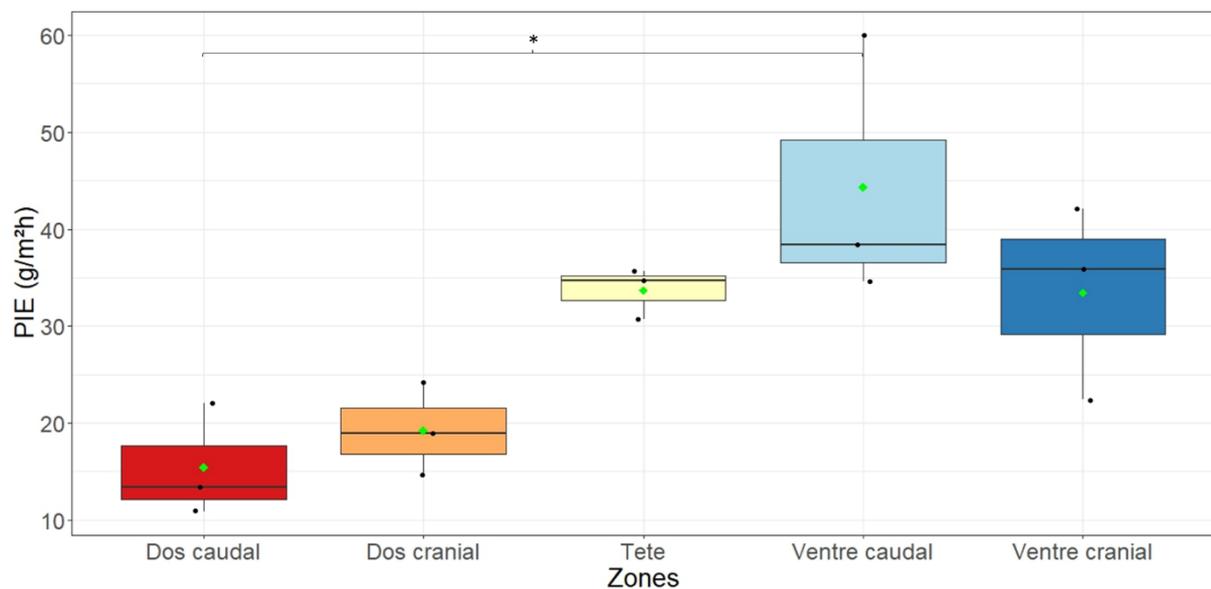
Zones	Dorsale caudale	Dorsale crâniale	Tête	Ventrale caudale	Ventrale crâniale
Dorsale caudale		0.10	<b>5,6<sup>e</sup>-3</b>	<b>2.3<sup>e</sup> -6</b>	<b>8.6<sup>e</sup> -10</b>
Dorsale crâniale			<b>0.01</b>	<b>8.9<sup>e</sup> -6</b>	<b>4.7<sup>e</sup> -9</b>
Tête				0.40	<b>0.02</b>
Ventrale caudale					0.68



**Figure 20 : Répartition des valeurs de PIE en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Python.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « PIE » pour chaque zone, les • représentent la moyenne de 3 mesures successives d'un individu pour la zone donnée, le ◆ représente la moyenne de toutes les mesures sur tous les individus du genre Python pour la zone donnée). Les accolades présentant un astérisque sur leur sommet schématisent les groupes entre lesquels il existe des différences significatives. (Source : Homerin Anne-Lise)

**Tableau VI : Valeurs des p-value d'après le test de Nemenyi pour la PIE en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Boa.** Sont représentées en caractères gras les valeurs de p-value inférieures à 0,05 qui mettent en évidence des différences significatives entre les mesures des zones concernées. (Source : Homerin Anne-Lise)

Zones	Dorsale caudale	Dorsale crâniale	Tête	Ventrale caudale	Ventrale crâniale
Dorsale caudale		0.94	0.37	<b>0.036</b>	0.14
Dorsale crâniale			0.840	0.24	0.53
Tête				0.84	0.99
Ventrale caudale					0.99



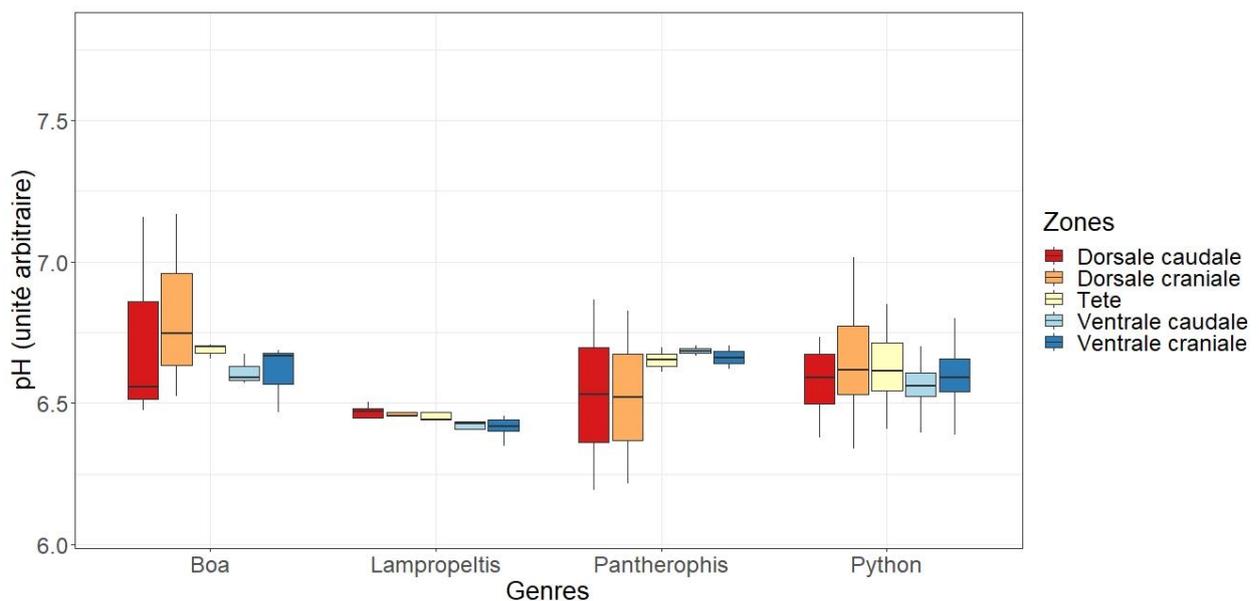
**Figure 21 : Répartition des valeurs de PIE en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Boa.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « PIE » pour chaque zone, les ● représentent la moyenne de 3 mesures successives d'un individu pour la zone donnée, le ◆ représente la moyenne de toutes les mesures sur tous les individus du genre Boa pour la zone donnée). Les accolades présentant un astérisque sur leur sommet schématisent les groupes entre lesquels il existe des différences significatives. (Source : Homerin Anne-Lise)

ii. Potentiel Hydrogène (pH) (Figure 22)

Pour chaque genre sont listées ci-dessous les données brutes sous la forme [moyenne ; écart-type] dans un tableau répertoriant les variables « pH » mesurées par zone et par genre : (Tableau VII)

**Tableau VII : Tableau des moyennes et écart-types pour la variable « pH » par genre de serpents et par zone de mesures.** (Source : Homerin Anne-Lise)

Zones \ Genres	Dorsale caudale	Dorsale crâniale	Ventrale caudale	Ventrale crâniale	Tête
<i>Python</i>	[6,69 ; 0,36]	[6,71 ; 0,34]	[6,57 ; 0,10]	[6,60 ; 0,10]	[6,60 ; 0,17]
<i>Boa</i>	[6,73 ; 0,37]	[6,81 ; 0,32]	[6,61 ; 0,05]	[6,61 ; 0,12]	[6,69 ; 0,03]
<i>Lampropeltis</i>	[6,47 ; 0,02]	[6,48 ; 0,07]	[6,42 ; 0,06]	[6,42 ; 0,04]	[6,47 ; 0,11]
<i>Pantherophis</i>	[6,53 ; 0,47]	[6,52 ; 0,43]	[6,69 ; 0,03]	[6,66 ; 0,06]	[6,65 ; 0,06]



**Figure 22 : Répartition des valeurs de pH en fonction des genres de serpents et des zones de mesure.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « pH » pour chaque genre et chaque zone). (Source : Homerin Anne-Lise)

Sur la figure 22, on observe que les valeurs de pH sont relativement similaires entre les différentes zones. Les valeurs moyennes de pH relevées sur les *Lampropeltis* sont plus faibles que celles des autres genres. Chez les *Boas*, les *Pantherophis* et les *Pythons*, les valeurs de pH en zones dorsales sont plus étalées qu'en zones ventrales.

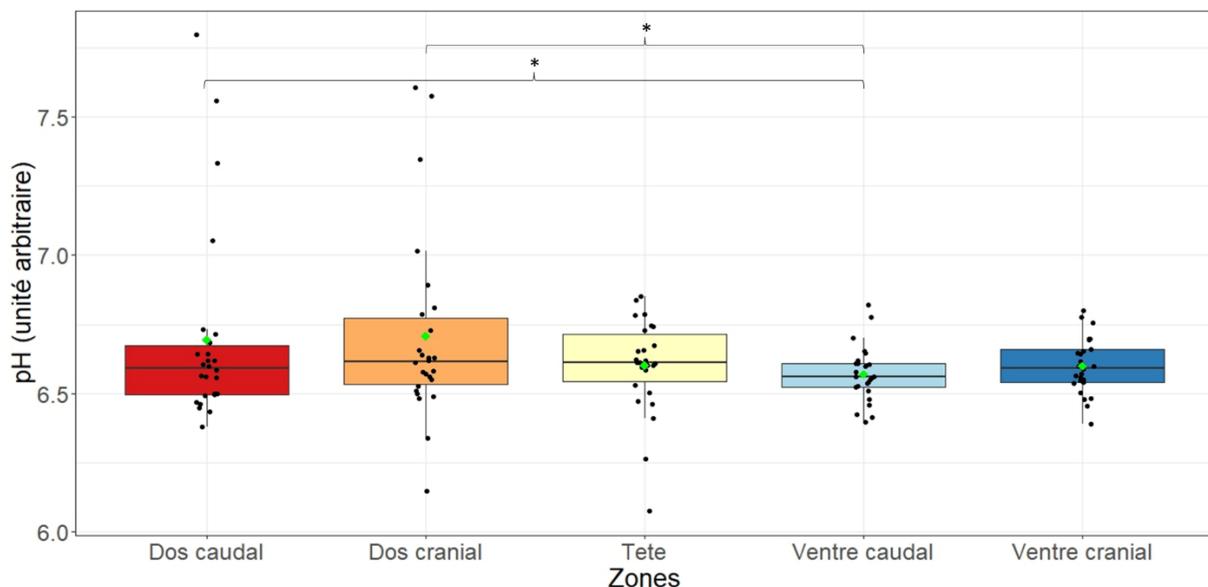
Une différence significative est observée entre des zones pour les serpents du genre *Python* ( $p < 0,05$ ) et aucune différence significative n'est mise en évidence entre les zones

pour les serpents des genres *Boa*, *Lampropeltis* et *Pantherophis*. Après la réalisation du deuxième test, nous obtenons les résultats suivants :

Pour les serpents du genre *Python*, les valeurs obtenues ne différaient pas significativement entre les zones ventrales crâniale, caudale et la tête ni entre les zones dorsales crâniale, caudale, ventrale crâniale et la tête. Cependant, les valeurs de pH des zones dorsales étaient significativement inférieures à celles de la zone ventrale caudale (Tableau VIII, Figure 23).

**Tableau VIII : Valeurs des p-value d'après le test de Nemenyi pour le pH en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Python.** (Source : Homerin Anne-Lise)

Zones	Dorsale caudale	Dorsale crâniale	Tête	Ventrale caudale	Ventrale crâniale
Dorsale caudale		0.97	0.10	<b>0.035</b>	0.93
Dorsale crâniale			0.87	<b>0.041</b>	0.60
Tête				0.081	0.99
Ventrale caudale					0.24



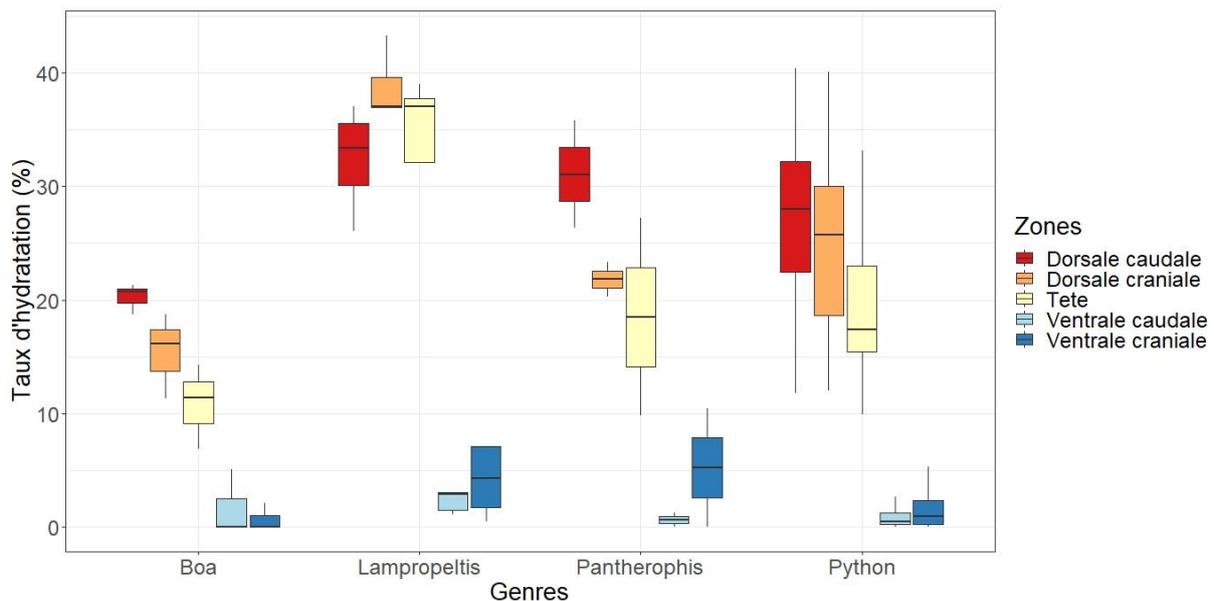
**Figure 23 : Répartition des valeurs de pH en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Python.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « pH » pour chaque zone, les • représentent la moyenne de 3 mesures successives d'un individu pour la zone donnée, le ◆ représente la moyenne de toutes les mesures sur tous les individus du genre Python pour la zone donnée). Les accolades présentant un astérisque sur leur sommet schématisent les groupes entre lesquels il existe des différences significatives. (Source : Homerin Anne-Lise)

iii. Cornéométrie ou taux d'hydratation (Figure 24)

Pour chaque genre sont listées ci-dessous les données brutes sous la forme [moyenne ; écart-type] dans un tableau répertoriant les variables « taux d'hydratation » mesurées par zone et par genre. (Tableau IX)

**Tableau IX : Tableau des moyennes et écart-types pour la variable « taux d'hydratation » en fonction des genres de serpents et des zones de mesures.** (Source : Homerin Anne-Lise)

Zones \ Genres	Dorsale caudale	Dorsale crâniale	Ventrale caudale	Ventrale crâniale	Tête
<i>Python</i>	[26,84 ; 7,60]	[24,64 ; 7,94]	[3,51 ; 9,33]	[2,60 ; 5,39]	[18,47 ; 7,07]
<i>Boa</i>	[20,26 ; 1,34]	[15,39 ; 3,74]	[1,69 ; 2,93]	[0,70 ; 1,21]	[10,84 ; 3,71]
<i>Lampropeltis</i>	[32,43 ; 4,43]	[35,72 ; 8,22]	[4,81 ; 6,04]	[6,31 ; 7,49]	[33,15 ; 7,83]
<i>Pantherophis</i>	[31,07 ; 6,65]	[21,80 ; 2,17]	[0,63 ; 0,90]	[5,23 ; 7,40]	[18,50 ; 12,30]



**Figure 24 : Répartition des valeurs de taux d'hydratation en fonction des genres de serpents et des zones de mesures.** Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « taux d'hydratation » pour chaque genre et chaque zone). (Source : Homerin Anne-Lise)

Sur la figure 24, on observe pour tous les genres un taux d'hydratation plus faible en zones ventrales qu'en zones dorsales. Les valeurs des taux d'hydratation de la zone entre les mandibules se situent entre les groupes de valeurs dorsales et ventrales pour tous les genres. Les taux d'hydratation sont relativement similaires entre les différents genres. On remarque que les *Lampropeltis* ont les valeurs moyennes de taux d'hydratation les plus élevées, en zones dorsales et que les *Boas* ont les moyennes les plus faibles, en zones ventrales.

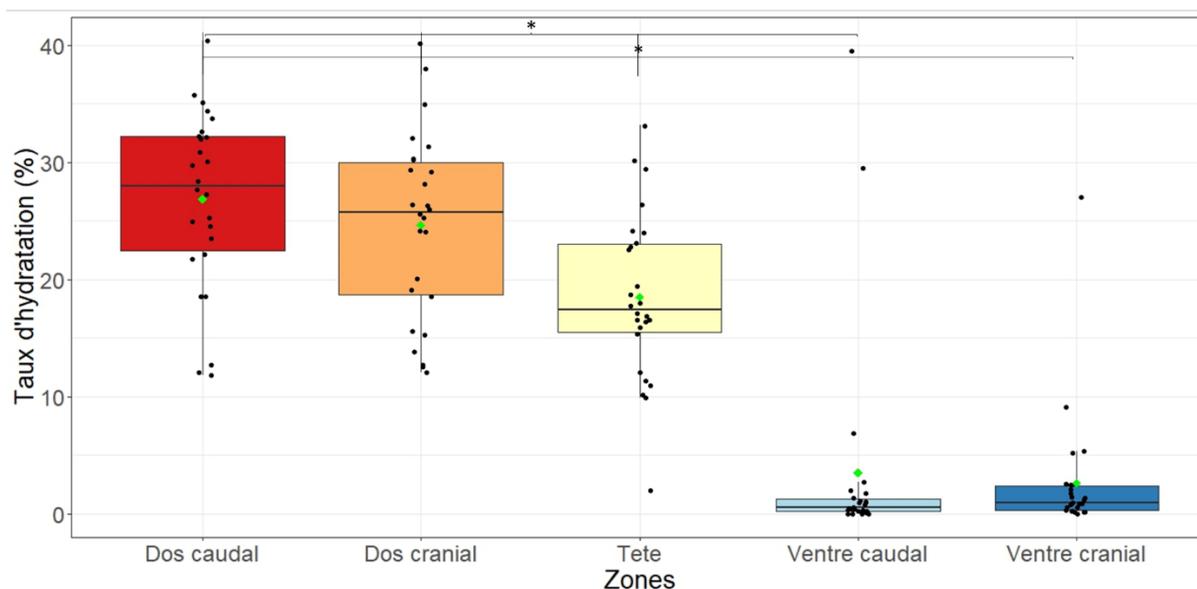
Une différence significative est observée entre des zones pour les serpents des genres *Python* et *Lampropeltis* ( $p < 0,05$ ) et aucune différence significative n'est mise en évidence entre les zones pour les serpents des genres *Boa* et *Pantherophis*. Après la réalisation du deuxième test, nous obtenons les résultats suivants ;

Pour les serpents du genre *Python*, les valeurs obtenues ne différaient pas significativement entre les zones ventrales crâniale et caudale ni entre les zones dorsales crâniale, caudale et la tête. Cependant, les valeurs de PIE des zones dorsales et de la tête étaient significativement supérieures à celles des zones ventrales. (Tableau X, Figure 25)

Pour les serpents du genre *Lampropeltis*, les valeurs obtenues ne différaient pas significativement entre les zones sauf entre les zones ventrales et la zone dorsale crâniale ; les valeurs de PIE obtenues sur la zone dorsale crâniale sont significativement supérieures à celles des zones ventrales. (Tableau XI, Figure 26).

**Tableau X : Valeurs des p-value d'après le test de Nemenyi pour le taux d'hydratation en fonction des zones pour les serpents du genre Python.** Sont représentées en caractères gras les valeurs de p-value inférieures à 0,05 qui mettent en évidence des différences significatives entre les mesures des zones concernées. (Source : Homerin Anne-Lise)

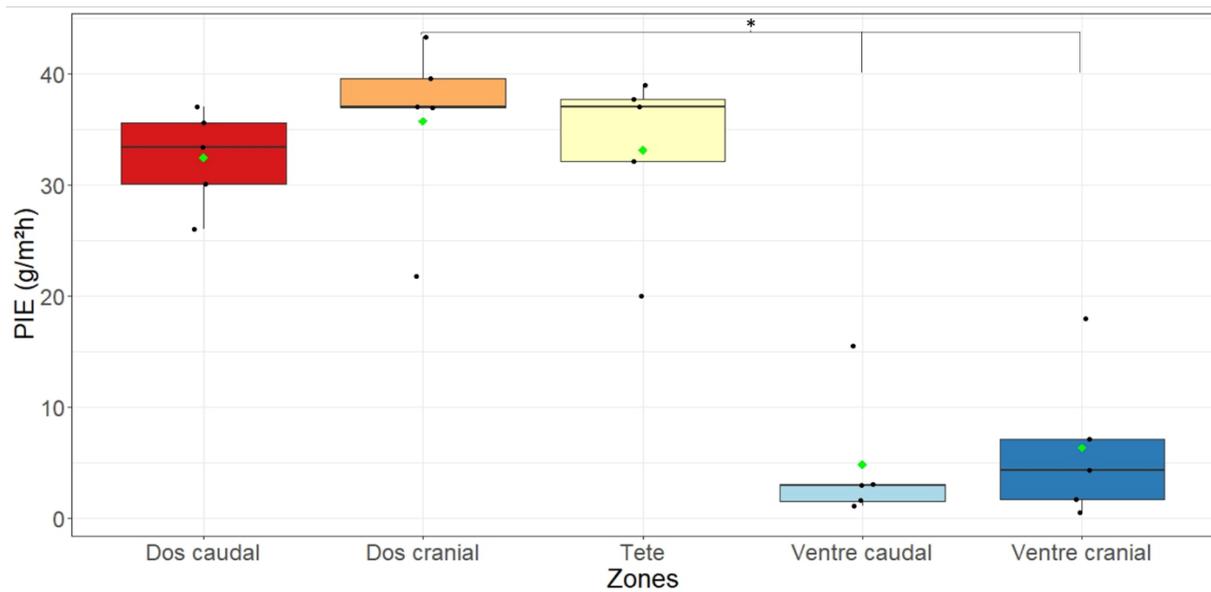
Zones	Dorsale caudale	Dorsale crâniale	Tête	Ventrale caudale	Ventrale crâniale
Dorsale caudale		0.93	0.051	<b>8.6<sup>e</sup> -10</b>	<b>4.7<sup>e</sup> -9</b>
Dorsale crâniale			0.30	<b>1.2<sup>e</sup> -7</b>	<b>5.4<sup>e</sup> -7</b>
Tête				<b>1.5<sup>e</sup> -3</b>	<b>4.1<sup>e</sup> -3</b>
Ventrale caudale					0.10



**Figure 25 :** Répartition des valeurs du taux d’hydratation en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre Python. Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l’étendue des variables « taux d’hydratation » pour chaque zone, les • représentent la moyenne de 3 mesures successives d’un individu pour la zone donnée, le ◆ représente la moyenne de toutes les mesures sur tous les individus du genre Python pour la zone donnée). Les accolades présentant un astérisque sur leur sommet schématisent les groupes entre lesquels il existe des différences significatives. (Source : Homerin Anne-Lise)

**Tableau XI :** Valeurs des p-value d’après le test de Nemenyi pour le taux d’hydratation en fonction des zones pour les serpents du genre Lampropeltis. Sont représentées en caractères gras les valeurs de p-value inférieures à 0,05 qui mettent en évidence des différences significatives entre les mesures des zones concernées. (Source : Homerin Anne-Lise)

Zones	Dorsale caudale	Dorsale crâniale	Tête	Ventrale caudale	Ventrale crâniale
Dorsale caudale		0.93	0.10	0.18	0.27
Dorsale crâniale			0.10	<b>0.023</b>	<b>0.041</b>
Tête				0.070	0.12
Ventrale caudale					1.00



**Figure 26 :** Répartition des valeurs du taux d'hydratation en fonction des zones de mesures pour les serpents du genre *Lampropeltis*. Exploitation des résultats bruts sous forme de box-plot (avec visualisation de la médiane, des quartiles et de l'étendue des variables « taux d'hydratation » pour chaque zone, les • représentent la moyenne de 3 mesures successives d'un individu pour la zone donnée, le ♦ représente la moyenne de toutes les mesures sur tous les individus du genre *Lampropeltis* pour la zone donnée). Les accolades présentant un astérisque sur leur sommet schématisent les groupes entre lesquels il existe des différences significatives. (Source : Homerin Anne-Lise)

### c. Discussion

L'étude menée est une étude expérimentale descriptive consistant en la mesure et la comparaison de trois variables quantitatives sur cinq zones chez quatre genres de serpents. Elle montre que les valeurs moyennes de la PIE sont plus élevées ventralement chez les serpents des genres *Python* et *Boa*, que le taux d'hydratation est également supérieur ventralement chez les serpents des genres *Python* et *Lampropeltis* et que le pH est plus élevé en zone caudo-ventrale qu'au niveau des zones dorsales chez les serpents du genre *Python*, seul genre pour lequel on trouve des variations significatives selon les zones pour ce paramètre. L'ensemble des différences significatives sont résumées dans les tableaux XII.

Ces résultats indiquent que la barrière cutanée est plus perméable ventralement chez les serpents des genres *Boa* et les *Python*, que la couche cornée est plus sèche ventralement chez les serpents des genres *Python* et *Lampropeltis* et que la peau est plus acide caudo-ventralement chez les serpents du genre *Python*.

Une des hypothèses permettant d'expliquer la différence de la barrière cutanée sur la surface ventrale des serpents est liée au mode de déplacement des serpents par reptation. Il existe en effet un film lipidique lubrifiant à la surface de la peau ventrale des serpents. Des micropores continus entre le derme et l'épiderme des serpents permettent de distribuer à la surface ce film, ainsi nous pouvons supposer que ces micropores sont à l'origine de l'augmentation de la perméabilité et donc de la PIE. (Hazel et al. 1999) Cette hypothèse est renforcée par le fait que les serpents juvéniles (avant la première mue) et les serpents adultes ne présentent pas les mêmes caractéristiques cutanées. La PIE est en effet plus faible avant la première mue, quand ceux-ci ne se déplacent pas, et augmente ensuite, lors du phénomène de reptation. (Tu et al. 2002) De plus, on sait que, lors de la digestion, de la reproduction ou de la gestation, qui ne nécessitent pas les mêmes besoins de déplacements, ces paramètres sont modifiés, ce qui serait compatible avec une adaptation de ceux-ci en fonction des besoins de reptation et des autres besoins, afin de répartir différemment les coûts selon le stade physiologique de l'animal. (Dupoué et al. 2015 ; Lourdais et al. 2017) Il y aurait de plus une corrélation probable entre l'étirement de la peau (dans le cas de la digestion et de la gestation) et donc l'écartement des écailles, comme vu en première partie grâce aux jonctions souples entre celles-ci, et les variations des paramètres cutanés. (O'Malley Bairbre 2005)

Toutefois, les effectifs dans chaque genre d'individus sur lesquels ont été mesurés les paramètres sont réduits. Ainsi, cette étude est perfectible et il est probable qu'elle soit affinée si elle est réalisée sur un plus grand nombre d'individus. Le faible effectif permettrait d'expliquer que les différences entre les zones ventrales et dorsales n'existent pas chez toutes les espèces. En effet, l'utilisation de tests paramétriques plus restrictifs associés à des étendues plus restreintes pourrait démontrer l'existence de cette différence au sein de chaque espèce.

**Tableau XII : Résumé des différences significatives entre les valeurs des trois paramètres dans les cinq différentes zones.** Les serpents du genre *Pantherophis* ne présentaient de différences significatives entre aucune des zones pour aucun des paramètres. Les serpents du genre *Python* ont une PIE plus faible en zones dorsales par rapport à la tête et aux zones ventrales, ils ont également un pH plus élevé en zone caudo-ventrale en comparaison aux zones dorsales. Enfin, leur taux d'hydratation est plus faible ventralement que dorsalement. Les serpents du genre *Lampropeltis* ont un taux d'hydratation plus élevé ventralement que dans la zone cranio-dorsale. Enfin, la PIE des serpents du genre *Boa* est inférieure en zone caudo-dorsale par rapport à la zone caudo-ventrale. CrV = zone cranio-ventrale, (c) sur la figure 16, CaV = zone caudo-ventrale, (d) sur la figure 16, CrD = zone cranio-dorsale, (a) sur la figure 16, CaD = zone caudo-dorsale (b) sur la figure 16, T = tête (zone inter-mandibulaire), (e) sur la figure 16. (Source : Homerin Anne-Lise)

	<i>Pythons</i> 	<i>Boas</i> 	<i>Lampropeltis</i> 
PIE	CrV > CrD CrV > CaD CaV > CrD CaV > CaD T > CrD T > CaD T < CrV	CaV < CaD	Pas de différence significative
Taux d'hydratation	CrV > CrD CrV > CaD CrV > T CaV > CrD CaV > CaD CaV > T	Pas de différence significative	CrV < CrD CaV < CrD
pH	CaV > CrD CrV > CrD	Pas de différence significative	Pas de différence significative

Il existe également des biais dans notre sélection d'effectif dus à la sélection des individus parmi les animaux de seulement deux élevages. On peut supposer que les conditions d'élevage, bien que différentes ne représentaient pas l'ensemble des élevages français. Ainsi la population étudiée est peu représentative de la population réelle.

Une autre limite concernant les résultats obtenus sont les variations des conditions environnementales dans lesquelles ont été effectuées les mesures. En effet la collecte de données s'est réalisée sur six jours, entre mai et octobre 2021, les taux d'humidité et les températures enregistrés ont respectivement variés selon les valeurs suivantes : [55,20% ; 37,90% ; 57,50% ; 53,20% ; 45,40% ; 47,30%], [21,1°C ; 21,8°C ; 27°C ; 26°C ; 23,1°C ; 22,4°C]. Ces deux facteurs peuvent avoir un effet sur les mesures de PIE, de pH et de taux d'hydratation.

Nous avons initialement la volonté d'étudier également les différences entre les différentes espèces représentées. Cependant, le faible nombre d'individus dans certaines espèces ne permettait pas de réaliser des comparaisons précises et interprétables. En effet, étant donné la forme de la distribution des différentes variables, quel que soit le genre de serpent considéré, les tests statistiques réalisés sont des tests non paramétriques. Dans le cas d'effectifs plus grands et si la représentation de la distribution tend vers une représentation normale, il serait possible de réaliser un test paramétrique ANOVA à 2 facteurs sur des mesures répétées. Utiliser cet autre test statistique pourrait non seulement modifier en partie les résultats obtenus dans notre étude et pourrait permettre de comparer également les valeurs entre des genres de serpents différents, en parallèle de la comparaison des valeurs entre zones comme dans cette étude. Selon la distribution de nos valeurs sur les différentes représentations graphiques, nous déduisons qu'il serait pertinent de vérifier s'il existe des différences significatives entre les paramètres cutanés de serpents de genres différents, d'autant plus si ces genres vivent dans des milieux de vie différents (serpents terrestres, arboricoles, désertiques, aquatiques...). Cela pourrait permettre par la suite de comparer ces paramètres chez des serpents captifs et dans leurs milieux naturels pour vérifier l'adéquation des environnements proposés en captivité avec les environnements naturels des espèces.

D'après les résultats obtenus ci-dessus, nous concluons qu'il est possible de vérifier l'intégrité de la barrière cutanée via les mêmes paramètres et appareils de mesure que pour les carnivores domestiques. Les étendues des mesures réalisées sont plutôt restreintes, ce qui permet de fixer des valeurs de référence pour les paramètres tels que la PIE, le taux d'hydratation et le pH. Nous soulignons également la présence de différences entre les caractéristiques de la peau des serpents sur la surface ventrale et dorsale, soulevant la question de la vulnérabilité de ces différentes zones aux affections et des différences de prises en charge selon la zone concernée.

Enfin, développer les connaissances des paramètres physiologiques des espèces de serpents les plus fréquemment rencontrées en consultation apporterait de nouveaux éléments diagnostiques pour identifier des problèmes dermatologiques et pouvoir envisager les prévenir en effectuant des modifications environnementales pour se rapprocher au mieux des conditions naturels de vie de l'espèce. L'étude de la barrière cutanée des serpents selon ces différents paramètres pourrait apporter des éléments nouveaux sur le comportement de celle-ci et faciliter son utilisation dans des études pharmacologiques.

## Ce qu'il faut retenir

- L'étude ci-dessus visait à mesurer trois des paramètres de la barrière cutanée sur cinq différentes zones du corps des serpents ; la **perte insensible en eau**, le **pH** et le **taux d'hydratation**. Les 36 serpents inclus dans l'étude proviennent de deux élevages différents et appartiennent à cinq espèces : *Python regius*, *Boa constrictor imperator*, *Lampropeltis mexicana* et *leonis* et *Pantherophis guttatus*.
- La **perte insensible en eau** est **plus faible en zones dorsales qu'en zones ventrales** pour les serpents des genres *Python* et *Boa* mais ses valeurs sont semblables entre différentes espèces.
- Le **pH** est **plus élevé sur la zone caudo-ventrale des serpents du genre Python**. Des variations sont supposées entre les espèces.
- Le **taux d'hydratation** est **plus faible en zones ventrales qu'en zones dorsales** chez les serpents des genres *Python* et *Lampropeltis* mais ses valeurs sont semblables entre les espèces.
- Cette étude permet d'établir de premières **hypothèses** ;
  - Il existe une différence entre les caractéristiques de la peau sur le ventre et le dos, que nous pouvons supposer être en lien avec le déplacement par **reptation** des serpents.
  - Des variations **interspécifiques** semblent se détacher dans les mesures de chaque paramètre qui peuvent être corrélées à des différences de mode de vie.
  - Les différents paramètres semblent **corrélés entre eux et varient de la même façon pour une même espèce sur une même zone**.
- Il est important de rester vigilant sur l'interprétation des résultats de l'étude menée ici étant donné le nombre de cas, les **forts écarts-types et les grandes variations individuelles dans certaines espèces**. Des différences pourraient être observées entre les zones dorsales et ventrales chez les espèces non mises en évidence ici si les populations étudiées présentaient un plus grand nombre d'individus.
- Des **comparaisons entre les genres** de serpents seraient intéressantes pour mettre en relation l'influence du milieu de vie sur la barrière cutanée.
- Cette étude ouvre la voie à une caractérisation de la barrière cutanée en **situation pathologique** ou à l'application de cette caractérisation pour les **études pharmacocinétiques** sur mue de serpents.





## Partie 3 : Etude rétrospective sur 4 cliniques et centres hospitaliers universitaires vétérinaires (CHUV) des affections chez les serpents en captivité (242 cas sur 1 an)

### A) Objectif du projet d'étude

Il existe actuellement peu de données sur les consultations des serpents élevés en captivité. Nous avons donc réalisé une étude rétrospective qui permettrait de mieux appréhender les consultations de dermatologie des serpents voire d'apporter de nouvelles informations pouvant orienter les vétérinaires praticiens.

L'objectif de cette étude multicentrique est de répertorier les motifs de consultation des serpents en captivité sur une période définie et d'estimer la prévalence des affections dermatologiques chez ceux-ci. Pour cela, nous avons défini 11 catégories dans lesquelles classer les motifs de consultation : ophtalmologie, reproduction, médecine interne ; appareil respiratoire, dermatologie, oncologie, médecine interne ; gastro-entérologie, neurologie, orthopédie, médecine interne ; appareil cardio-vasculaire, identifications et bilans de santé et médecine interne (autres motifs). Cette étude permettra également d'estimer la répartition des espèces, âges et sexes des serpents présentés en consultation.

Nous verrons ensuite quelles sont les dermatoses les plus fréquentes et s'il semble y avoir des prédispositions chez certaines espèces. L'étude des dermatoses comprendra un retour sur les traitements mis en place et les évolutions des cas présentés.

Nous étudierons également la prévalence d'affections liées à des défauts zootechniques, particulièrement dans le cas d'affections dermatologiques.



## B) Etude rétrospective

L'ensemble du protocole a été validé par le comité d'éthique, numéro : 2126.

### a. Matériel et méthode

Nous avons sollicité plusieurs cliniques et centres hospitaliers vétérinaires (CHV) possédant une activité majoritaire en médecine des nouveaux animaux de compagnie en leur soumettant dans un premier temps un questionnaire (annexe 3), puis un tableau (annexe 2) à remplir à chaque consultation de serpent dans le cadre d'une étude prospective. Le recensement devait se faire sur une année complète. Il était demandé à chaque clinique participante de remplir pour toutes les consultations les cases « motif de consultation », « espèce », « âge (si connus) » et « sexe » et noter, s'il le jugeait utile, les informations intéressantes sur le cas. Plusieurs colonnes étaient disponibles pour orienter l'analyse du cas. (Annexe 2) Pour les cas de dermatologie, il était demandé de remplir le plus exhaustivement possible le tableau, en ajoutant si possible des photographies avec échelle des lésions.

La demande a été envoyée à 10 structures vétérinaires et 4 ont accepté de participer à l'étude. Certaines n'ont cependant pas rempli le tableau à chaque consultation. Ainsi, l'exploitation s'est faite de manière rétrospective avec collecte des cas à posteriori pour deux d'entre eux ; le case log de la résidente de la clinique vétérinaire du village d'Auteuil a été transmis pour exploitation, contenant toutes les consultations de reptiles sur six mois (de novembre 2020 à avril 2021). Les données de la clinique vétérinaire du Molinel ont été récoltées via le logiciel « dr.veto », base de données utilisée dans la clinique, contenant les comptes rendus détaillés des consultations et les résultats des analyses et examens complémentaires, sur une période d'un an (de septembre 2021 à septembre 2022). Enfin, les données du Dr. Emma Monge ont été collectées par ses soins en suivant le tableau, sur un an entre octobre 2021 et octobre 2022, sur les CHUV de Maison Alfort et Toulouse, lors des consultations du Dr. Monge.

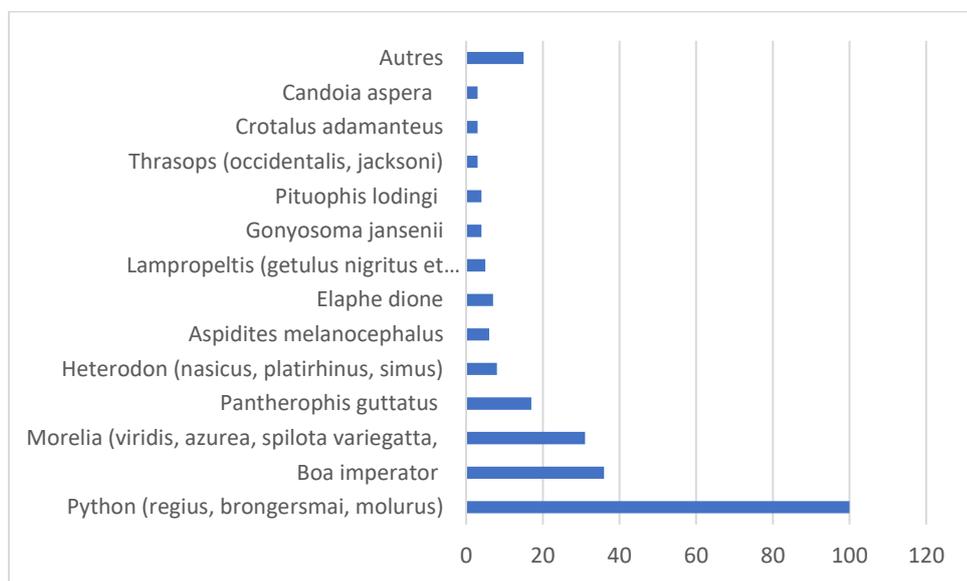
Les critères d'inclusion étaient toutes les espèces de serpents et tous les motifs de consultation (comprenant les bilans de santé et les identifications). Il n'y avait pas de critère d'exclusion autre que l'espèce présentée (serpent).

La prédisposition de certains genres à des affections dermatologiques a été étudiée avec le logiciel R version 4.1.2 avec un seuil critique de 5%.

## b. Résultats

### i. Espèces, âges et sexes

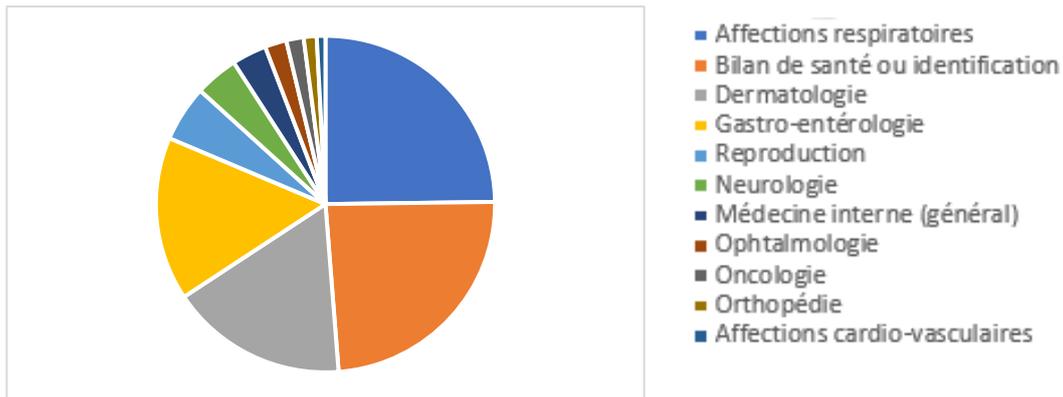
Sur les périodes de temps définies ci-dessus, 242 cas nous ont été transmis par les structures vétérinaires contactées, et 41 parmi ceux-ci présentaient des dermatoses. Les serpents présentés étaient principalement des genres *Python*, *Boa*, *Morelia* et *Pantherophis*. (Figure 27) Les âges et les sexes n'ont été renseignés respectivement que pour 11 et 21 des serpents sur les 242 présentés. Les âges étaient répartis entre cinq mois et six ans et dix mois, avec un âge médian à deux ans et un âge moyen de deux ans et un mois. Sur les 21 serpents présentés pour lesquels les sexes étaient renseignés, il y avait 12 femelles et neuf mâles.



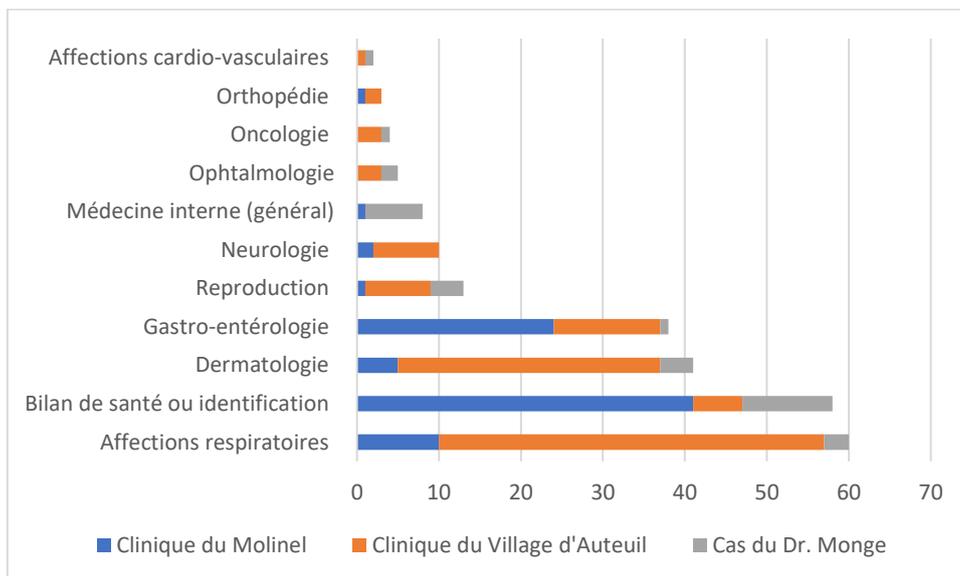
**Figure 27 :** Répartition selon les espèces des 242 serpents vus en consultation dans les 4 cliniques et CHUV (Les autres espèces (ligne 1) sont : *Orthriophys teanuria*, *Scaphiophis albopunctatus*, *Simalia boeleni*, *Ragheris moilensis*, *Sanzinia madagascariensis*, *Drymarchon melanusus*, *Bothrochilus albertissi*, *Trimesurus irsularis*, *Antaresia childreni*, *Oreocryptophis porphyraceus pulchra*, *Eryx conicus*, *Leiopython albertisii*). Les *Pythons*, *Boas* et *Morelia* sont les genres de serpents les plus souvent rencontrés en consultation. (Source : Homerin Anne-Lise)

ii. *Motifs de consultation*

Les motifs de consultation se répartissaient plutôt similairement entre les différentes cliniques avec au total 17% des serpents présentés pour motif dermatologique et une grande prévalence des affections respiratoires. Notons également que 24% des consultations étaient des bilans de santé ou des identifications et n'ont pas mis en évidence d'affection. (Figures 28, 29)



**Figure 28 :** Répartition en diagramme circulaire des 242 cas en fonction du motif de consultation. Les motifs de consultation les plus fréquents sont les affections respiratoires, les bilans de santé et identifications, les affections cutanées et les affections digestives. (Source : Homerin Anne-Lise)



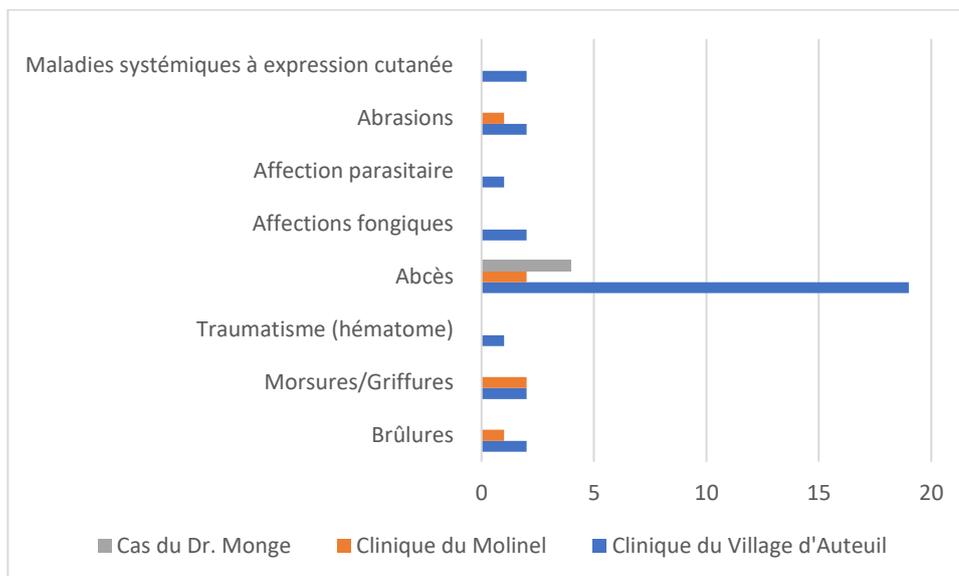
**Figure 29 :** Répartition des différents motifs de consultation en fonction des cliniques et centres hospitaliers. Les affections respiratoires, cutanées et digestives sont les plus fréquentes. La clinique du village d'Auteuil, centre de référés, reçoit peu de serpents pour des bilans de santé ou des identifications mais beaucoup pour des affections, notamment respiratoires et dermatologiques. (Source : Homerin Anne-Lise)

iii. *Motifs de consultation en consultation de dermatologie*

*Prévalence des affections dermatologiques*

L'affection dermatologique la plus fréquemment mise en évidence est l'abcès, avec 25 cas sur les 41 présentés pour des affections dermatologiques. Parmi ceux-ci, deux présentaient des abcès au niveau du deuxième tier du corps, multiples pour l'un d'entre eux et isolé pour l'autre. Les 23 autres cas étaient des serpents présentant un abcès au niveau du rostre, avec une abrasion sévère de la lèvre supérieure pour l'un d'entre eux. Vingt des serpents vus en consultation pour des abcès du rostre étaient du genre des *Boas* (92%).

Les abrasions, les morsures et les griffures (par des proies ou par un congénère pour un des cas), les brûlures et les affections fongiques sont également fréquentes. Elles représentent chacune environ 5% des cas. Un des serpents était présenté pour acariose. Un serpent sur lequel une chute était suspectée avait un hématome au niveau du tier caudal, proche du cloaque. Enfin, deux serpents ont été présentés pour des manifestations cliniques cutanées (masses, érosions et indurations de la peau avec des difficultés à muer) qui étaient secondaires à des maladies systémiques ; respectivement un lipome et un adénocarcinome rénal. (Figure 30)

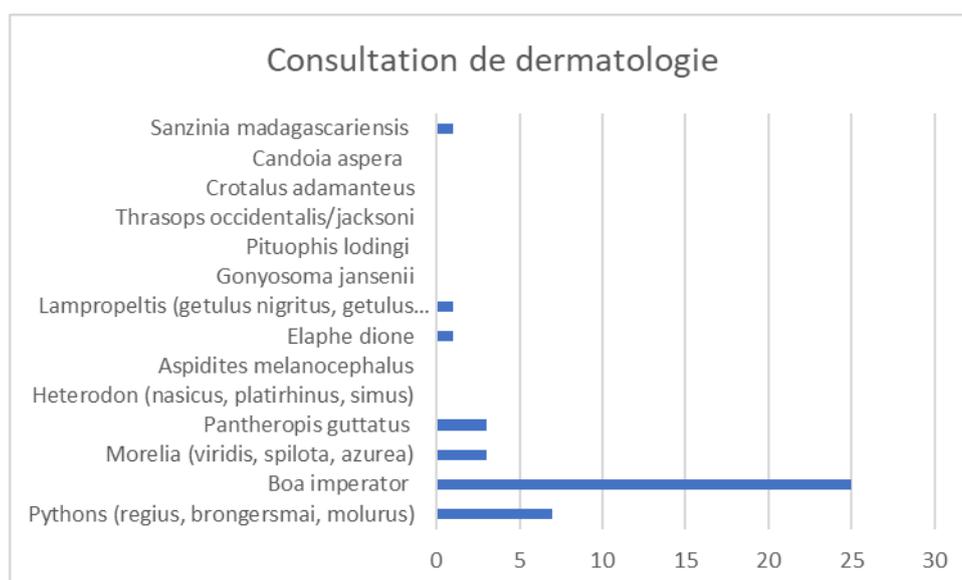


**Figure 30 :** Répartition des affections cutanées parmi les 41 cas présentés pour motif dermatologique. Les abcès représentent le motif de consultation principal, avec 25 cas, dont 19 présentés à la clinique de référé du Village d'Auteuil. (Source : Homerin Anne-Lise)

### Prédisposition des espèces présentées

Un test du Khi2 a permis de mettre en évidence des différences significatives entre la proportion d'une certaine espèce en consultation générale et en consultation de dermatologie, permettant de savoir si une espèce est prédisposée aux affections dermatologiques. Cependant ce test ne peut être réalisé que pour des groupes d'au moins 20 individus. Ici, il n'a été réalisable que pour les genres *Python*, *Pantherophis*, *Boa* et *Morelia*. D'après les résultats présentés sur la figure 28, il y a 17% des serpents présentés qui le sont pour une consultation de dermatologie. Nous vérifions grâce à ce test si l'hypothèse H0 : « La proportion de serpents présentés pour une dermatose dans l'espèce est égale à 17% » est vérifiée pour les 4 genres présentés ci-dessus. Nous avons ainsi mis en évidence une différence significative entre la proportion de serpents des genres *Boa* et *Python* parmi les cas de dermatologie et la proportion de serpents, toutes espèces confondues, avec respectivement des p-value de  $2,2 \times 10^{-16}$  et  $8 \times 10^{-3}$ . Ainsi, les serpents du genre *Boa* sont plus souvent présentés pour des consultations de dermatologie alors que les serpents du genre *Python* sont moins fréquemment présentés pour des affections cutanées. On a 69% des serpents du genre *Boa* qui sont présentés pour un motif dermatologique et 7% des serpents du genre *Python*.

Les genres les plus représentés en consultation de dermatologie sont *Boa*, *Python*, *Morelia* et *Pantherophis*. Il est intéressant de comparer les figures 27 et 31, sur lesquelles on peut voir que la répartition des espèces diffère. Le genre *Boa* est en effet le plus fréquemment présenté en consultation de dermatologie parmi les genres, alors qu'il s'agit du *Python*, tout motif de consultation confondu.



**Figure 31 : Répartition selon les espèces des 41 serpents vus en consultation de dermatologie dans les 4 cliniques et CHUV. Le genre *Boa* est le genre de serpents le plus souvent rencontré en consultation de dermatologie. (Source : Homerin Anne-Lise)**

### Etiologies

Les affections dermatologiques sont pour 80 % d'entre elles liées à un défaut environnemental. Parmi ces affections on retrouve les abcès et abrasions du rostre, les morsures et griffures sur des animaux nourris ensemble (morsure du congénère) ou nourris avec des proies vivantes, les brûlures, les affections fongiques dites primaires (donc liées à une humidité excessive du terrarium dans notre cas) et les affections parasitaires (ici un seul cas a été rapporté, pour lequel la quarantaine post-adoption d'un autre serpent n'avait pas été respectée).

### Abcès et abrasions

Les abrasions et abcès du rostre concernent, pour la majorité des consultations, des serpents vivants en terrarium avec des parois en verre sur lesquelles le serpent se frotte où se heurte. Les serpents concernés sont les *Boa constrictor*, dans 92% des cas, et les *Pantherophis guttatus* (8%) pour les abcès. Les abrasions concernaient deux *Pythons regius* et un *Boa constrictor*.

### Morsures et griffures

Deux *Python regius*, un *Python molurus* et un *Pantherophis guttatus* présentaient des morsures ou griffures. Pour le *Python molurus* et un *Python regius*, les morsures étaient infligées par une proie. Les deux serpents étaient nourris avec des proies vivantes, dans leur terrarium. Le deuxième *Python regius*, vivant avec une femelle, a été mordu par celle-ci au moment du nourrissage. Le *Pantherophis* semble avoir été mordu par un chat à la suite d'une fugue.

### Brûlures

Les brûlures étaient systématiquement secondaires à un moyen de chauffage défectueux, mal placé et/ou mal protégé. Les serpents concernés sont un *Python regius*, un *Boa constrictor imperator* et un *Morelia spilota variegata*. Les trois serpents brûlés ont été trouvés à l'emplacement du tapis chauffant, au contact direct et n'avait pas bougé malgré la lésion. L'un d'entre eux s'est brûlé à nouveau au retour de l'hospitalisation car le propriétaire n'avait pas changé l'emplacement du tapis.

## Affections fongiques

Les serpents concernés sont un *Elaphe dione* et un *Morelia viridis*, tous les deux atteints d'une affection par *Ophidiomyces ophiodiicola*. Les conditions environnementales décrites lors de la consultation correspondaient à celles conseillées pour ces espèces. La consultation a mis en évidence des difficultés pour les propriétaires à entretenir les terrariums, avec des surfaces peu faciles à nettoyer et une impossibilité d'améliorer la ventilation dans le terrarium, surtout pour le *Morelia* pour qui l'humidité est de 80%.

## Hématome

Suite à une chute dans le terrarium après accès au bac d'eau, un *Lampropeltis getula californiae* présentait un hématome sur le tier caudal en zone dorsale.

## Affection parasitaire

Un *Morelia viridis* a été présenté pour une infection à *Ophionyssus natricis*.

## Maladies systémiques

Un cas de lipome à expression cutanée (multiples masses et érosions) a été transmis sur un *Sanzinia madagascariensis*, espèce peu fréquemment rencontrée en pratique. Un cas d'adénocarcinome rénal sur un *Python regius* a également été rapporté, montrant de multiples plaies d'érosions et de durcissements cutanés. Le lien entre l'adénocarcinome rénal et les manifestations cutanées n'a cependant pas été établi. Les serpents sont décédés avant la mise en place de traitement ou d'examen complémentaire.

En étudiant les étiologie des consultations autres que dermatologiques, nous remarquons qu'une cause environnementale a été mise en évidence dans presque la moitié des cas (49% soit 111 cas sur les 242).

## Prise en charge des affections les plus fréquentes

Abcès, abrasions, morsures, griffures et brûlures

Les abcès, morsures et griffures, abrasions et brûlures (représentant la majorité des motifs de consultation) ont été traités de manière assez similaire dans chaque cas et quel que soit la clinique ou le CHUV. La prise en charge était la plupart du temps double avec des traitements chirurgicaux associés à des soins locaux et des traitement médicaux (antibiotiques et antalgiques).

Malgré des cicatrisations souvent très longues (parfois associées à des récurrences ou des surinfections bactériennes ou fongiques), plus de 90% des serpents présentés pour ces motifs ont totalement cicatrisé. Quatre d'entre eux sont décédés, deux autopsies ont mis en évidence des lésions de septicémies. Dix-huit serpents parmi les 35 concernés par ces affections ont été revus en consultation de suivi. On a noté des défauts de mues persistants chez dix des serpents, soit 44% d'entre eux.

Les traitements chirurgicaux mis en place consistaient en des débridements des abcès, des retraits des masses et des tissus nécrosés, un ravivement des plaies et la pose de pansements corbeilles pour favoriser une cicatrisation par seconde intention. Dans les cas où les plaies étaient suffisamment propres et récentes, des points d'approchement en U pour réaliser une cicatrisation par première intention ont été réalisés.

## Affections fongiques

Les affections fongiques ont été traitées toutes les deux de la même façon ; l'antifongique utilisé était la terbinafine en application topique sur les lésions une fois par jour pendant une à deux semaines.

## Hématome

L'hématome a été retiré chirurgicalement puis pris en charge par des soins locaux de la plaie de chirurgie (désinfection à la bétadine diluée).

## Affection parasitaire

Enfin, l'affection parasitaire (à *Ophionyssus natricis*) a été traitée par l'application per cutané d'ivermectine à 0,2 mg/kg trois fois à 15 jours d'intervalle.

## Maladies systémiques

Aucune des prises en charge des deux affections systémiques (lipome et adénocarcinome rénal) n'est décrite ici car les animaux sont décédés avant la mise en place d'un traitement.

## Infections secondaires

Des infections bactériennes, fongiques ou mixtes (non comprises dans les 41 cas présentés, car elles ont été considérées comme affections secondaires) ont été mises en évidence sur 7 serpents présentant des effractions cutanées. Les dermatites bactériennes ont été traitées par une antibiothérapie par voie systémique ; oxytétracycline 10mg/kg /j (trois cas sur les cinq) ou enrofloxacin 10mg/kg /j (deux cas sur les cinq) pendant deux semaines. Dans 88% des cas (soit 36 sur les 41 serpents), un traitement médical antibiotique était mis en place (enrofloxacin, métronidazole, chloramphénicol, oxytétracycline et sulfapyridine).

### c. Discussion

Cette étude rétrospective sur quatre cliniques et CHUV sur des périodes de six mois à un an a permis de faire un bilan sur les consultations les plus fréquentes pour des serpents en pratique pour les vétérinaires des nouveaux animaux de compagnie. Les résultats collectés, soit 242 serpents présentés en consultations quel que soit le motif, montrent que les affections dermatologiques sont parmi les plus fréquentes avec un nombre de 17% soit presque une consultation sur cinq, représentant le troisième motif de consultation le plus fréquent dans cette espèce après les affections respiratoires et les consultations d'identifications, de conseils et de bilans de santé. C'est la première fois que cela est étudié et des études supplémentaires avec plus de cas seraient nécessaires pour confirmer nos résultats. De plus, il serait intéressant d'inclure des cliniques non spécialisées et de les comparer avec les centres de référés car les résultats peuvent être différents en fonction de l'exercice en référés ou non. Néanmoins, très peu de cliniques reçoivent des serpents et la plupart des propriétaires consultent très rapidement voire immédiatement en structure spécialisée.

Les âges et les sexes, qui ont peu souvent été renseignés, sont variés et répartis de manière homogène. Il ne semble pas y avoir de prédisposition liée à l'âge ou au sexe des individus. Les petits effectifs pour lesquels les âges et sexes ont été renseignés limitent toutefois l'interprétation de ces résultats.

Les genres de serpents les plus souvent présentés en consultation sont : *Python*, *Boa*, *Morelia* et *Pantherophis*. Cela correspond à ce que nous avons appris de la littérature en partie 1. (Drury R. Reavill and Chris Griffin 2019 ; Stacey Leonatti Wilkinson 2019 ; Richard S. Funk and James E. Bogan, Jr. 2019)

Les affections les plus fréquentes sont principalement traumatiques, avec une grande prévalence des abcès. En revanche, certaines affections n'ont peu ou pas été rapportées, alors qu'on s'attendait à avoir beaucoup de cas d'après les fréquences décrites dans la littérature. C'est notamment le cas de la maladie des ampoules, la maladie fongique, l'IBD, ou encore les infections à *Ophionyssus natricis* pour lesquelles nous recensons très peu de cas. Dans notre étude en effet, il n'y a aucun cas de maladie des ampoules ou d'infection par le Reptarenavirus. Il y a seulement un cas d'affection parasitaire à *Ophionyssus natricis* et deux d'infections par *Ophidiomyces ophiodiicola*.

Les résultats présentés ici indiquent qu'il pourrait exister une prédisposition de certaines espèces pour certaines affections. C'est notamment le cas des serpents du genre *Boa*, qui représentent 92% des serpents présentés pour abcès du rostre. Cette prédisposition serait, d'après la littérature, à mettre en lien avec le caractère plus vif des serpents de ce genre, qui supportent difficilement être confinés entre les parois du terrarium. (Bulliot 2001 ; Richard S. Funk and Scott J. Stahl 2019) Cependant, il faudrait réaliser des statistiques avec des études de grandes cohortes pour pouvoir confirmer les résultats. Il n'existe en effet pas de données sur des populations de référence.

La moitié des consultations est liée à des défauts zootechniques. Les dermatoses sont dans 80% des cas liées aux conditions environnementales. Les affections respiratoires, qui sont d'après l'étude menée, les premières causes de consultation, sont également majoritairement liées à des défauts de maintenance en captivité. Cela met en lumière l'importance pour le vétérinaire des NAC de bien connaître les conditions dans lesquelles les espèces évoluent à l'état sauvage afin de prévenir et traiter les affections les plus fréquentes.

Nous remarquons également que l'utilisation d'antibiotiques en cas d'affection cutanée est très importante avec un recours à un traitement antibiotique dans 88% des cas, et l'utilisation de ceux-ci pour plus de la moitié des 242 consultations, tous motifs confondus. Cette pratique reste questionnable et souligne la nécessité de connaître plus précisément la prévalence des infections bactériennes. Cela permettrait à terme de connaître les souches bactériennes impliquées le plus fréquemment dans les affections dermatologiques (ou plus généralement) et de permettre aux vétérinaires des NAC une utilisation éclairée et raisonnée des antibiotiques. En effet, la résistance des agents pathogènes aux traitements antibiotiques est une problématique majeure de santé publique. Cette résistance est grandement étudiée et surveillée, et est considérée comme un phénomène actuel qui est entraîné par l'utilisation clinique des antibiotiques. (Mader et al. 2022 ; Larsen et al. 2022) De nouvelles techniques médicales sont étudiées pour accélérer la cicatrisation et ainsi limiter l'utilisation des antibiotiques, c'est notamment le cas des techniques de cicatrisation par photobiomodulation vues ci-dessus. (Cusack Lara M., Joerg Mayer, Daniel C. Cutler, Daniel R. Rissi, Stephen J. Divers, 2017; Salvaggio et al. 2020; Hoisang et al. 2021)

L'étude des affections souligne un autre point intéressant à propos de la perception de la douleur chez les serpents et leurs réactions face à celle-ci. En effet, dans les cas de brûlures, les serpents ne semblaient pas présenter de comportement de fuite face à la source de blessure et l'un d'entre eux s'est brûlé à nouveau au retour chez son propriétaire. Ces comportements répondent aux hypothèses évoquées précédemment sur les arcs réflexes et la douleur chez les reptiles ; comment la douleur est-elle ressentie et intégrée et quelles sont les réponses engendrées ? Dans le cas du serpent brûlé à deux reprises, nous pouvons également nous questionner sur la mémoire suite à un stimulus nociceptif, sans savoir si celui-ci est ressenti et intégré de la même façon que pour les mammifères. (T. Franciscus Scheelings and Tom Hellebuyck 2019)

Les résultats présentés ici sont à interpréter en connaissance des biais qu'impliquent l'étude rétrospective multicentrique menée. Notamment un biais de recrutement, du fait d'avoir une structure de cas référés avec un vétérinaire praticien spécialisé en reptile pour la clinique du Village d'Auteuil. Ce biais est également présent pour les cas du Dr. Monge, qui pratique en école vétérinaire. Il serait donc intéressant de vérifier les résultats obtenus en comparant les mêmes données pour des structures généralistes et spécialistes.

Les résultats ont été collectés sur des périodes de temps inégales (six mois pour la clinique du village d'Auteuil et un an pour les autres cliniques et CHUV) et pas en même temps. Le fait que les résultats aient été collectés de manière rétrospective (pour la clinique du Molinel principalement) a pu induire des omissions de cas involontaires puisque la recherche sur la base de données de la clinique ne permettait pas d'être sûr de l'exhaustivité de la

collecte des cas. Le nombre de cas inclus est important mais le nombre de serpents présentés pour des motifs dermatologiques étant de 41, il serait intéressant d'augmenter ce nombre pour confirmer nos conclusions.

Pour éviter les différents biais, une étude prospective multicentrique de plus longue durée avec une méthode simple et rapide de collecter les données, par exemple un questionnaire à choix multiple avec des tranches pour les différentes catégories (âge, sexe...), aurait permis d'avoir plus d'informations et aurait facilité l'exploitation des données. Un questionnaire (annexe 3) avait été établi dans un premier temps pour cette étude, alors orientée plus particulièrement sur les brûlures, et a été abandonné pour le tableau (annexe 2), plus simple à remplir pour les vétérinaires en pratique car moins exhaustif et détaillé. Il serait donc important de réfléchir à de nouveaux supports avec des questionnaires plus simples à remplir, peut être adressés aux propriétaires, aux ASV... Cela aurait également probablement pu nous permettre de recruter un plus grand nombre de structures et donc de nous rapprocher de la réalité en pratique NAC.

## Ce qu'il faut retenir

- L'étude ci-dessus présente les espèces, motifs de consultation et prises en charge de **41 cas d'affections dermatologiques sur 242 serpents** présentés dans 4 cliniques et centres hospitaliers vétérinaires.
- Les **espèces les plus fréquemment rencontrées** en consultation sont les espèces des genres *Python*, *Boa*, *Morelia* et *Pantherophis*. Les serpents du genre *Boa* semblent **prédisposés** aux affections cutanées avec 69% de ceux-ci présentés pour un motif dermatologique contre 17%, toutes espèces confondues.
- Les principaux motifs de consultation sont **les affections respiratoires, les bilans de santé** (comprenant identifications ou sexages) **et les affections dermatologiques**.
- Quel que soit le motif de consultation, une **cause environnementale est mise en évidence pour une consultation sur deux**. Les erreurs de zootechnie sont à l'origine des **dermatoses dans 80% des cas**.
- Il y a une grande prévalence des **affections traumatiques**, avec beaucoup de cas d'**abcès du rostre** notamment. Les affections infectieuses ont été moins représentées qu'il était attendu d'après la littérature.
- Quel que soit le motif de consultation, une **antibiothérapie** est prescrite dans plus de la **moitié des cas**. La prise en charge des affections cutanées est **multimodale**, avec prescription d'un **traitement antibiotique dans 88% des cas**. Cela souligne une problématique de santé publique importante qu'est **l'antibiothérapie raisonnée** et le développement de **résistances** des micro-organismes pathogènes des Hommes et des animaux aux antibiotiques.
- Les structures dans lesquelles a été menée cette étude multicentrique ainsi que les durées de la collecte de données au sein de chacune impliquent un **biais** de recrutement qu'il faut prendre en considération lors de l'interprétation de nos résultats.



## Conclusion

Les nouveaux animaux de compagnie sont de plus en plus présents dans les foyers français et mondiaux et de plus en plus médicalisés. Ces nouvelles espèces, dont les reptiles, sont étudiés en médecine et notamment en dermatologie afin de répondre à la demande grandissante des propriétaires mais également pour la santé humaine à travers des études pharmacologiques notamment.

Les serpents sont des animaux particulièrement exigeants quant à leurs conditions environnementales et nutritionnelles et une mauvaise maîtrise de celles-ci est responsable de la majorité des affections, notamment dermatologiques. L'objectif de ce travail est d'étudier la barrière cutanée de quelques espèces de serpents et de réaliser une étude rétrospective multicentrique observationnelle sur 242 cas de 2020 à 2022.

L'étude expérimentale a permis d'établir de premiers intervalles de référence au sein d'une même espèce pour une même zone du corps pour trois paramètres utilisés actuellement en médecine humaine et canine pour caractériser la barrière cutanée et certaines affections dermatologiques ; la perte insensible en eau, le taux d'hydratation et le pH. De plus, elle a apporté des éléments permettant de supposer une différence entre les zones ventrales et dorsales pour une même espèce de serpent, qui pourrait être associée à leur mode de déplacement par reptation et une différence entre des espèces distinctes, probablement liées à leur mode et milieu de vie.

L'étude rétrospective a mis en lumière les faits établis dans la partie bibliographique en montrant une prévalence de 17 % des affections dermatologiques, soit 41 cas sur les 242 cas présentés en consultation, avec une majorité (88 %) impliquant une cause environnementale. Les espèces les plus représentées en consultation correspondent aux espèces qui ont été étudiées lors de l'étude expérimentale, avec 41% de serpents du genre *Python*, 15% de *Boas*, 7% de *Pantherophis* et 2% de *Lampropeltis*. Les serpents du genre *Morelia* sont également très représentés en consultation (13%). De plus, on remarque grâce à cette étude qu'il semblerait exister une prédisposition de certaines espèces pour des affections. Une influence du comportement semble également être mise en évidence, notamment sur la nociception et les réponses à la douleur ou encore sur l'auto-induction de blessures en captivité.

Enfin, l'étude des cas de dermatologie présentés en consultation a permis de mettre en évidence une utilisation quasi systématique des antibiotiques en cas d'effractions cutanées (dans 80% des cas), qui peut être menée à être remise en question grâce à une meilleure connaissance de la barrière cutanée des reptiles.

Ainsi les deux études réalisées ont permis de proposer des premières hypothèses sur les caractéristiques de la peau des serpents et leurs différences selon les espèces et zones du corps et de voir en pratique quelles sont les affections cutanées qui concernent les serpents. Il serait intéressant de voir si les paramètres cutanés sont les mêmes pour des serpents élevés en captivité (avec une possible variation selon le mode d'élevage ; en rack, en terrarium...) et

des serpents sauvages. A terme, cela permettrait de vérifier l'adéquation des conditions environnementales proposées en captivité avec celles du milieu naturel et l'influence de celles-ci sur les paramètres cutanés et l'intégrité de la barrière cutanée afin d'apporter de nouveaux éléments pour la prévention des affections dermatologiques. Enfin, comme c'est déjà le cas en médecine humaine et canine, cela permettrait de différencier les caractéristiques d'une peau saine et une peau lésionnelle (ou altérée) en vérifiant notamment la corrélation entre une affection et la variation de ces paramètres. Etant donné la prévalence des affections dermatologiques et leur lien étroit avec la zootechnie, les vétérinaires exerçant en nouveaux animaux de compagnie ont un grand rôle à jouer dans la prévention de ses affections, en s'assurant de l'aménagement correct des milieux de vie chez les propriétaires et le respect des conditions naturelles de l'espèce.

Le travail mené ici présente des pistes encourageantes qui nécessitent d'être développées afin d'être vérifiées ; le nombre d'individus dans chaque espèce (notamment pour les *Boas*, *Lampropeltis* et *Pantherophis*) gagnerait à être augmenté. De plus, un plus grand nombre d'espèces pourrait être inclus dans l'étude, notamment des espèces aquatiques, arboricoles ou encore désertiques afin d'étudier l'influence du type de milieu sur les paramètres mesurés. Les serpents du genre *Morelia* seraient également intéressants à étudier, puisqu'ils semblent très représentés dans les foyers français. Les âges et sexes des serpents, rarement renseignés lors des consultations, seraient également des éléments intéressants à étudier pour voir leur influence sur la barrière cutanée.

Enfin, le développement de nos connaissances sur les paramètres de la peau des reptiles et de leurs mues permettrait d'étendre la recherche pharmacologique humaine. En effet, certains produits sont déjà testés sur des mues de serpents avant leur utilisation en dermatologie humaine. Ainsi, établir des références pour les paramètres cutanés sur différentes espèces de serpents permettraient de trouver le modèle le plus adapté à la dermatologie humaine pour tester l'efficacité et la pharmacocinétique des produits à applications topiques sur des mues. Ces nouvelles méthodes d'évaluation de l'efficacité des produits distribués en santé humaine semblent prometteuses et permettraient de répondre à la volonté de tester les produits dans le respect du bien-être animal.





## Bibliographie

ADOLF MAAS, 2019. Section 1 : Practice Management and Development, Chapitre 1 : Developing a Successful Herpetological Veterinary Service. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 1-8. ISBN 978-0-323-48253-0.

ALEXANDER, Helen, BROWN, Sara, DANBY, Simon et FLOHR, Carsten, 2018. Research Techniques Made Simple : Transepidermal Water Loss Measurement as a Research Tool. *Journal of Investigative Dermatology*. novembre 2018. Vol. 138, n° 11, pp. 2295- 2300.e1. DOI 10.1016/j.jid.2018.09.001.

ALLENDER, Matthew C., BAKER, Sarah, BRITTON, Megan et KENT, Angela D., 2018. Snake fungal disease alters skin bacterial and fungal diversity in an endangered rattlesnake. *Scientific Reports*. 14 août 2018. Vol. 8, n° 1, pp. 12147. DOI 10.1038/s41598-018-30709-x.

AMANATFARD, Emad, YOUSSEFI, Mohammad Reza et BARIMANI, Alireza, 2014. Human Dermatitis Caused by *Ophionyssus natricis*, a Snake Mite. *Iranian Journal of Parasitology*. 2014. Vol. 9, n° 4, pp. 594-596.

ASSERIN, Jérôme, LATI, Elian, SHIOYA, Toshiaki et PRAWITT, Janne, 2015. The effect of oral collagen peptide supplementation on skin moisture and the dermal collagen network : evidence from an ex vivo model and randomized, placebo-controlled clinical trials. *Journal of Cosmetic Dermatology*. décembre 2015. Vol. 14, n° 4, pp. 291-301. DOI 10.1111/jocd.12174.

BAKAR, Joudi, MICHAEL-JUBELI, Rime, EL KHOURY, Rindala, HAMLAM, Sabrina, ASSI, Ali, BAILLET-GUFFROY, Arlette et TFAYLI, Ali, 2021. Assessment of the skin barrier function in the reconstructed human epidermis using a multimodal approach at molecular, tissue and functional levels. *The Analyst*. 21 juillet 2021. Vol. 146, n° 14, pp. 4649-4658. DOI 10.1039/d1an00465d.

BERARDESCA, E. et MAIBACH, H. I., 1990. Transepidermal water loss and skin surface hydration in the non invasive assessment of stratum corneum function. *Dermatosen in Beruf Und Umwelt. Occupation and Environment*. avril 1990. Vol. 38, n° 2, pp. 50-53.

BODEWES, R., KIK, M. J. L., RAJ, V. Stalin, SCHAPENDONK, C. M. E., HAAGMANS, B. L., SMITS, S. L. et OSTERHAUS, A. D. M. E., 2013. Detection of novel divergent arenaviruses in boid snakes with inclusion body disease in The Netherlands. *The Journal of General Virology*. juin 2013. Vol. 94, n° Pt 6, pp. 1206-1210. DOI 10.1099/vir.0.051995-0.

BRADLEY, Charles W., MORRIS, Daniel O., RANKIN, Shelley C., CAIN, Christine L., MISIC, Ana M., HOUSER, Timothy, MAULDIN, Elizabeth A. et GRICE, Elizabeth A., 2016. Longitudinal Evaluation of the Skin Microbiome and Association with Microenvironment and Treatment in Canine Atopic Dermatitis. *Journal of Investigative Dermatology*. juin 2016. Vol. 136, n° 6, pp. 1182-1190. DOI 10.1016/j.jid.2016.01.023.

BULLIOT, Christophe, 2001. LE BOA CONSTRICTEUR (*BOA CONSTRICTOR*) : MAINTIEN EN CAPTIVITE, CONSULTATION ET DOMINANTES PATHOLOGIQUES.

CARPENTER, Charles C., MURPHY, James B. et MITCHELL, Lyndon A., 1978. Combat Bouts with Spur Use in the Madagascan Boa (*Sanzinia madagascariensis*). *Herpetologica*. 1978. Vol. 34, n° 2, pp. 207-212.

CATHY A. JOHNSON-DELANEY AND JANOS GAL, 2019. Section 14 : Population and Public Health, Chapitre 174 : Zoonoses and Public Health. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 1359-1365. ISBN 978-0-323-48253-0.

CEKIERA, Agnieszka, POPIEL, Jarosław, SIEMIENIUCH, Marta, JAWORSKI, Zbigniew, SLOWIKOWSKA, Malwina, SIWINSKA, Natalia, ZAK, Agnieszka et NIEDZWIEDZ, Artur, 2021. The examination of biophysical parameters of the skin in Polish Konik horses. CLEGG, Simon (éd.), PLOS ONE. 21 juin 2021. Vol. 16, n° 6, pp. e0250329. DOI 10.1371/journal.pone.0250329.

CHANG, Li-Wen, FU, Ann, WOZNIAK, Edward, CHOW, Marjorie, DUKE, Diane G., GREEN, Linda, KELLEY, Karen, HERNANDEZ, Jorge A. et JACOBSON, Elliott R., 2013. Immunohistochemical Detection of a Unique Protein within Cells of Snakes Having Inclusion Body Disease, a World-Wide Disease Seen in Members of the Families Boidae and Pythonidae. BROWN, Justin David (éd.), PLoS ONE. 10 décembre 2013. Vol. 8, n° 12, pp. e82916. DOI 10.1371/journal.pone.0082916.

CHANG, Li-Wen et JACOBSON, Elliott R., 2010. Inclusion Body Disease, A Worldwide Infectious Disease of Boid Snakes: A Review. *Journal of Exotic Pet Medicine*. juillet 2010. Vol. 19, n° 3, pp. 216-225. DOI 10.1053/j.jepm.2010.07.014.

COLE GL, LUX CN, SCHUMACHER JP, 2015. Effect of laser treatment on first-intention incisional wound healing in ball pythons (*Python regius*). 2015. N° 76, pp. 904-912.

CUSACK LARA M., JOERG MAYER, DANIEL C. CUTLER, DANIEL R. RISSI, STEPHEN J. DIVERS, 2017. Gross and histologic evaluation of effects of photobiomodulation, silver sulfadiazine, and a topical antimicrobial product on experimentally induced full-thickness skin wounds in green iguanas (*Iguana iguana*). 2017. N° 79, pp. 465-473.

DRURY R. REAVILL AND CHRIS GRIFFIN, 2019. Section 14 : Population and Public Health, Chapitre 179 : Breeders, Wholesalers, and Retailers. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 1406-1413. ISBN 978-0-323-48253-0.

DU PLESSIS, Johan L., STEFANIAK, Aleksandr B. et WILHELM, Klaus-Peter, 2018. Measurement of Skin Surface pH. In : SURBER, Christian, ABELS, Christoph et MAIBACH, Howard (éd.), *Current Problems in Dermatology*. [en ligne]. S. Karger AG. pp. 19-25. [Consulté le 1 novembre 2022]. ISBN 978-3-318-06384-4.

DUPOUÉ, Andréaz, STAHLSCHMIDT, Zachary R., MICHAUD, Bruno et LOURDAIS, Olivier, 2015. Physiological state influences evaporative water loss and microclimate preference in the snake *Vipera aspis*. *Physiology & Behavior*. mai 2015. Vol. 144, pp. 82-89. DOI 10.1016/j.physbeh.2015.02.042.

DRISLANE, Catherine et IRVINE, Alan D., 2020. The role of filaggrin in atopic dermatitis and allergic disease. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology: Official Publication of the American College of Allergy, Asthma, & Immunology*. janvier 2020. Vol. 124, n° 1, pp. 36-43. DOI 10.1016/j.anai.2019.10.008.

EDSLEV, Sofie M., AGNER, Tove et ANDERSEN, Paal S., 2020. Skin Microbiome in Atopic Dermatitis. *Acta Dermato-Venereologica*. 9 juin 2020. Vol. 100, n° 12, pp. adv00164. DOI 10.2340/00015555-3514.

ERIC KLAPHAKE, PAUL M. GIBBONS, et KURT K. SLADKY, 2018. Chapter 4 : Reptiles. In : JAMES W. CARPENTER et CHRISTOPHER J. MARION (éd.), *Exotic Animal Formulary*. Elsevier. St. Louis, Missouri, USA : Elsevier. pp. 81-166. Elsevier. ISBN 978-0-323-44450-7.

FEDIAF, 2022. FEDIAF The European Pet Food Industry : Annual Report 2022.

FOLLAND, Douglas W., JOHNSTON, Matthew S., THAMM, Douglas H. et REAVILL, Drury, 2011. Diagnosis and management of lymphoma in a green iguana (*Iguana iguana*). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 octobre 2011. Vol. 239, n° 7, pp. 985-991. DOI 10.2460/javma.239.7.985.

FRANCESCO C. ORIGGI, 2019. Section 13 : Specific Disease/Case summary, Chapitre 154 : Inclusion Body Disease (Reptarenavirus). In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, *Mader's reptile and amphibian medicine and surgery*. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 1318-1319. ISBN 978-0-323-48253-0.

FURUE, Masutaka, ULZII, Dugarmaa, VU, Yen Hai, TSUJI, Gaku, KIDO-NAKAHARA, Makiko et NAKAHARA, Takeshi, 2019. Pathogenesis of Atopic Dermatitis: Current Paradigm. *Iranian journal of immunology: IJI*. juin 2019. Vol. 16, n° 2, pp. 97-107. DOI 10.22034/IJI.2019.80253.

GABARD, Elsevier, 2022. Mesure de la perte insensible en eau. EM-Consulte. [en ligne]. [Consulté le 28 octobre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.em-consulte.com/article/8018/mesure-de-la-perte-insensible-en-eau>

GILLINGHAM, James C. et CHAMBERS, Jeffrey A., 1982. Courtship and Pelvic Spur Use in the Burmese Python, *Python molurus bivittatus*. *Copeia*. 1982. Vol. 1982, n° 1, pp. 193-196. DOI 10.2307/1444292.

GIRARD, Philippe, BERAUD, Anne et SIRVENT, Anne, 2000. Study of three complementary techniques for measuring cutaneous hydration in vivo in human subjects: NMR spectroscopy, transient thermal transfer and corneometry - application to xerotic skin and cosmetics: NMR-S, TTT and corneometry applied to xerotic skin and cosmetics. *Skin Research and Technology*. novembre 2000. Vol. 6, n° 4, pp. 205-213. DOI 10.1034/j.1600-0846.2000.006004205.x.

GOBBLE, Johnny, 2022. Oral Fluralaner (Bravecto®) use in the Control of Mites in 20 Ball Pythons (*Python regius*). *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*. [en ligne]. 30 mai 2022. Vol. 32, n° 2. [Consulté le 4 avril 2023]. DOI 10.5818/JHMS-D-21-00003.

HALÁN, M. et KOTTFFEROVÁ, L., 2021. Parasitic Helminths in Snakes from The Global Legal Trade. *Helminthologia*. décembre 2021. Vol. 58, n° 4, pp. 415-419. DOI 10.2478/helm-2021-0041.

HATT, J.-M., 2010. Dermatologische Erkrankungen bei Reptilien. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 1 mars 2010. Vol. 152, n° 3, pp. 123-130. DOI 10.1024/0036-7281/a000030.

HAUSMANN, Jennifer C., HOLLINGSWORTH, Steven R., HAWKINS, Michelle G., KASS, Philip H. et MAGGS, David J., 2013. Distribution and outcome of ocular lesions in snakes examined at a veterinary teaching hospital: 67 cases (1985–2010). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 15 juillet 2013. Vol. 243, n° 2, pp. 252-260. DOI 10.2460/javma.243.2.252.

HAZEL, J., STONE, M., GRACE, M. S. et TSUKRUK, V. V., 1999. Nanoscale design of snake skin for reptation locomotions via friction anisotropy. *Journal of Biomechanics*. mai 1999. Vol. 32, n° 5, pp. 477-484. DOI 10.1016/s0021-9290(99)00013-5.

HECKERS, K. O., AUPPERLE, H., SCHMIDT, V. et PEES, M., 2012. Melanophoromas and iridophoromas in reptiles. *Journal of Comparative Pathology*. avril 2012. Vol. 146, n° 2-3, pp. 258-268. DOI 10.1016/j.jcpa.2011.07.003.

HESTER, Shaleah L., REES, Christine A., KENNIS, Robert A., ZORAN, Debra L., BIGLEY, Karen E., WRIGHT, A. Shanna, KIRBY, Naomi A. et BAUER, John E., 2004. Evaluation of Corneometry (Skin Hydration) and Transepidermal Water-Loss Measurements in Two Canine Breeds. *The Journal of Nutrition*. 1 août 2004. Vol. 134, n° 8, pp. 2110S-2113S. DOI 10.1093/jn/134.8.2110S.

HILL, Aubree J., LEYS, Jacob E., BRYAN, Danny, ERDMAN, Fantasia M., MALONE, Katherine S., RUSSELL, Gabrielle N., APPLGATE, Roger D., FENTON, Heather, NIEDRINGHAUS, Kevin, MILLER, Andrew N., ALLENDER, Matthew C. et WALKER, Donald M., 2018. Common Cutaneous Bacteria Isolated from Snakes Inhibit Growth of *Ophidiomyces ophidiicola*. *EcoHealth*. mars 2018. Vol. 15, n° 1, pp. 109-120. DOI 10.1007/s10393-017-1289-y.

HOEFER, Sebastian, ROBINSON, Nathan Jack et PINOU, Theodora, 2021. Size matters: sexual dimorphism in the pelvic spurs of the Bahamian Boa (*Chilabothrus strigilatus strigilatus*). *Herpetology Notes*. 2021. Vol. 14, pp. 201-203.

HOISANG, Somphong, KAMPA, Naruepon, SEESUPA, Suvaluk et JITPEAN, Supranee, 2021. Assessment of wound area reduction on chronic wounds in dogs with photobiomodulation therapy: A randomized controlled clinical trial. *Veterinary World*. 28 août 2021. pp. 2251-2259. DOI 10.14202/vetworld.2021.2251-2259.

HOLLANDT, Tina, BAUR, Markus et WÖHR, Anna-Caroline, 2021. Animal-appropriate housing of ball pythons (*Python regius*)-Behavior-based evaluation of two types of housing systems. *PloS One*. 2021. Vol. 16, n° 5, pp. e0247082. DOI 10.1371/journal.pone.0247082.

JAMES F.X. WELLEHAN AND HEATHER D.S. WALDEN, 2019. Section 4 : Infectious Diseases and Laboratory Sciences, Chapitre 32 : Parasitology (including hemoparasites). In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 281-300. ISBN 978-0-323-48253-0.

JAMES F.X. WELLEHAN AND STEPHEN J. DIVERS, 2019a. Section 4 : Infectious diseases and Laboratory Sciences, Chapitre 29 : Bacteriology. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 235-248. ISBN 978-0-323-48253-0.

JAMES F.X. WELLEHAN AND STEPHEN J. DIVERS, 2019b. Section 4 : Infectious Diseases and Laboratory Sciences, Chapitre 31 : Mycology. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 270-280. ISBN 978-0-323-48253-0.

JANSEN VAN RENSBURG, Sané, FRANKEN, Anja et DU PLESSIS, Johannes Lodewykus, 2019. Measurement of transepidermal water loss, stratum corneum hydration and skin surface pH in occupational settings : A review. *Skin Research and Technology*. septembre 2019. Vol. 25, n° 5, pp. 595-605. DOI 10.1111/srt.12711.

JOERG MAYER AND ANTONY S. MOORE, 2019. Section 9 : Medicine, Chapitre 78 : Oncology. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 827-834. ISBN 978-0-323-48253-0.

JOHN V. ROSSI, 2019. Section 3 : Husbandry and Management, Chapitre 16 : General Husbandry and Management. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 109-130. ISBN 978-0-323-48253-0.

KEVIN T. FITZGERALD, 2019. Section 13 : Specific Disease/Case Summary, Chapitre 139 : Acariasis. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 1290-1291. ISBN 978-0-323-48253-0.

KORTING, H. C., 1992. Marchionini's Acid Mantle Concept and the Effect on the Skin Resident Flora of Washing with Skin Cleansing Agents of Different pH. In : BRAUN-FALCO, Otto et KORTING, Hans Christian (éd.), *Skin Cleansing with Synthetic Detergents*. [en ligne]. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg. pp. 87-96. [Consulté le 1 novembre 2022]. ISBN 978-3-540-55409-7.

LANGENECKER, Melanie, 2006. Retrospektive Untersuchung zur Entwicklung der Artenverteilung und den häufigen Krankheitsbildern bei exotischen Heimtieren im Zeitraum von 1994-2003. [en ligne]. University of Zurich. [Consulté le 10 décembre 2022].

LARSEN, Jesper, RAISEN, Claire L., BA, Xiaoliang, SADGROVE, Nicholas J., PADILLA-GONZÁLEZ, Guillermo F., SIMMONDS, Monique S. J., LONCARIC, Igor, KERSCHNER, Heidrun, APFALTER, Petra, HARTL, Rainer, DEPLANO, Ariane, VANDENDRIESSCHE, Stien, ČERNÁ BOLFÍKOVÁ, Barbora, HULVA, Pavel, ARENDRUP, Maiken C., HARE, Rasmus K., BARNADAS, Céline, STEGGER, Marc, SIEBER, Raphael N., SKOV, Robert L., PETERSEN, Andreas, ANGEN, Øystein, RASMUSSEN, Sophie L., ESPINOSA-GONGORA, Carmen, AARESTRUP, Frank M., LINDHOLM, Laura J., NYKÄSENOJA, Suvi M., LAURENT, Frederic, BECKER, Karsten, WALTHER, Birgit, KEHRENBURG, Corinna, CUNY, Christiane, LAYER, Franziska, WERNER, Guido, WITTE, Wolfgang, STAMM, Ivonne, MORONI, Paolo, JØRGENSEN, Hannah J., DE LENCASTRE, Hermínia, CERCENADO, Emilia, GARCÍA-GARROTE, Fernando, BÖRJESESSON, Stefan, HÆGGMAN, Sara, PERRETEN, Vincent, TEALE, Christopher J., WALLER, Andrew S., PICHON, Bruno, CURRAN, Martin D., ELLINGTON, Matthew J., WELCH, John J., PEACOCK, Sharon J., SEILLY, David J., MORGAN, Fiona J. E., PARKHILL, Julian, HADJIRIN, Nazreen F., LINDSAY, Jodi A., HOLDEN, Matthew T. G., EDWARDS, Giles F., FOSTER, Geoffrey, PATERSON, Gavin K., DIDELOT, Xavier, HOLMES, Mark A., HARRISON, Ewan M. et LARSEN, Anders R., 2022. Emergence of methicillin resistance predates the clinical use of antibiotics. *Nature*. février 2022. Vol. 602, n° 7895, pp. 135-141. DOI [10.1038/s41586-021-04265-w](https://doi.org/10.1038/s41586-021-04265-w).

LILLYWHITE, H. B., MENON, J. G., MENON, G. K., SHEEHY, C. M. et TU, M. C., 2009. Water exchange and permeability properties of the skin in three species of amphibious sea snakes (Laticauda spp.). *Journal of Experimental Biology*. 15 juin 2009. Vol. 212, n° 12, pp. 1921-1929. DOI [10.1242/jeb.028704](https://doi.org/10.1242/jeb.028704).

LOURDAIS, Olivier, DUPOUÉ, Andréaz, GUILLON, Michaël, GUILLER, Gaëtan, MICHAUD, Bruno et DENARDO, Dale F., 2017. Hydric “Costs” of Reproduction : Pregnancy Increases Evaporative Water Loss in the Snake *Vipera aspis*. *Physiological and Biochemical Zoology*. novembre 2017. Vol. 90, n° 6, pp. 663-672. DOI [10.1086/694848](https://doi.org/10.1086/694848).

MADER, Rodolphe, EU-JAMRAI, BOURÉLY, Clémence, AMAT, Jean-Philippe, BROENS, Els M., BUSANI, Luca, CALLENS, Bénédicte, CRESPO-ROBLEDOS, Paloma, DAMBORG, Peter, FILIPPITZI, Maria-Eleni, FITZGERALD, William, GRÖNTHAL, Thomas, HAENNI, Marisa, HEUVELINK, Annet, VAN HOUT, Jobke, KASPAR, Heike, MUÑOZ MADERO, Cristina, NORSTRÖM, Madelaine, PEDERSEN, Karl, POKLUDOVA, Lucie, DAL POZZO, Fabiana, SLOWEY, Rosemarie, URDAHL, Anne Margrete, VATOPOULOS, Alkiviadis, ZAFEIRIDIS, Christos et MADEC, Jean-Yves, 2022. Defining the scope of the European Antimicrobial Resistance Surveillance network in Veterinary medicine (EARS-Vet): a bottom-up and One Health approach. *The Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 23 février 2022. Vol. 77, n° 3, pp. 816-826. DOI [10.1093/jac/dkab462](https://doi.org/10.1093/jac/dkab462).

MANNWEILER, Roman, BERGMANN, Sophia, VIDAL-Y-SY, Sabine, BRANDNER, Johanna M. et GÜNZEL, Dorothee, 2021. Direct assessment of individual skin barrier components by electrical impedance spectroscopy. *Allergy*. octobre 2021. Vol. 76, n° 10, pp. 3094-3106. DOI 10.1111/all.14851.

MASSON, Elsevier, 2008. Dynamique de l'hydratation cutanée. EM-Consulte. [en ligne]. 2008. [Consulté le 28 octobre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.em-consulte.com/article/189036/dynamique-de-l-hydratation-cutanee>

MATOUSEK, Jennifer L. et CAMPBELL, Karen L., 2002. A comparative review of cutaneous pH. *Veterinary Dermatology*. décembre 2002. Vol. 13, n° 6, pp. 293-300. DOI 10.1046/j.1365-3164.2002.00312.x.

MICHAEL PEES AND TOM HELLEBUYCK, 2019. Section 13 : Specific Disease/Case Summary, Chapitre 170 : Thermal burns. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, *Mader's reptile and amphibian medicine and surgery*. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 1351-1352. ISBN 978-0-323-48253-0.

MUÑOZ-GUTIÉRREZ, J. F., GARNER, M. M. et KIUPEL, M., 2016. Cutaneous Chromatophoromas in Captive Snakes. *Veterinary Pathology*. novembre 2016. Vol. 53, n° 6, pp. 1213-1219. DOI 10.1177/0300985816644302.

O'MALLEY, Bairbre, 2005. Chapitre 2 : General anatomy and physiology of reptiles, Chapitre 5 : Snakes. In *Clinical anatomy and physiology of exotic species: structure and function of mammals, birds, reptiles, and amphibians*. . Edinburgh ; New York : Elsevier Saunders. pp. 17-39, pp. 77-93. ISBN 978-0-7020-2782-6. SF997.5.E95 O44 2005

OLDAK, Peter D., 1976. Comparison of the Scent Gland Secretion Lipids of Twenty-Five Snakes: Implications for Biochemical Systematics. *Copeia*. 17 mai 1976. Vol. 1976, n° 2, pp. 320. DOI 10.2307/1443953.

PARRA, J.L. et PAYE, M., 2003. EEMCO Guidance for the in vivo Assessment of Skin Surface pH. *Skin Pharmacology and Physiology*. 2003. Vol. 16, n° 3, pp. 188-202. DOI 10.1159/000069756.

PATERSON, Sue (éd.), 2006. Section 2 : Dermatology of Reptiles, Chapter 6 : Structure and Function of Reptile Skin., Chapter 7 : Examination of Reptile Skin and Diagnostic Tests, Chapter 8 : Skin Diseases and Treatment of Snakes. In : , *Skin diseases of exotic pets*. Oxford ; Ames, Iowa : Blackwell Science. pp. 75-79., pp. 80-89, pp. 90-102. ISBN 978-0-632-05969-0. SF997.5.E95 S65 2006

QUINTON, Jean-François, BULLIOT, Christophe, GUILLON, Leslie et VLAEMYNCK, Frédéric, 2015. Partie 1 : Gestes techniques, Chapitre 4 : Réhydratation. In : *Urgences des nouveaux animaux de compagnie : mammifères, oiseaux, reptiles*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson. pp. 40-68. ISBN 978-2-294-71615-7. 636.089 6025

RACHEL E. MARSCHANG, 2019. Section 4 : Infectious diseases and Laboratory Sciences, Chapitre 30 : Virology. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 247-269. ISBN 978-0-323-48253-0.

RICHARD S. FUNK AND JAMES E. BOGAN, JR., 2019. Section 2 : Biology (Taxonomy, Anatomy, Physiology, and Behavior), Chapitre 8 : Snake Taxonomy, Anatomy and Physiology. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 50-62. ISBN 978-0-323-48253-0.

RICHARD S. FUNK AND RODNEY W. SCHNELLBACHER, 2019. Section 12 : Differential Diagnoses by Clinical Signs, Chapitre 133 : Snakes. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 1249-1256. ISBN 978-0-323-48253-0.

RICHARD S. FUNK AND SCOTT J. STAHL, 2019. Section 3 : Husbandry and Management, Chapitre 20 : Snakes. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 145-151. ISBN 978-0-323-48253-0.

ROMER, Alexander S., GRINATH, Joshua B., MOE, Kylie C. et WALKER, Donald M., 2022. Host microbiome responses to the Snake Fungal Disease pathogen (*Ophidiomyces ophidiicola*) are driven by changes in microbial richness. *Scientific Reports*. 23 février 2022. Vol. 12, n° 1, pp. 3078. DOI 10.1038/s41598-022-07042-5.

ROSS, Ashley A., RODRIGUES HOFFMANN, Aline et NEUFELD, Josh D., 2019. The skin microbiome of vertebrates. *Microbiome*. décembre 2019. Vol. 7, n° 1, pp. 79. DOI 10.1186/s40168-019-0694-6.

SALVAGGIO, Alberto, MAGI, Gian Enrico, ROSSI, Giacomo, TAMBELLA, Adolfo Maria, VULLO, Cecilia, MARCHEGANI, Andrea, BOTTO, Riccardo et PALUMBO PICCIONELLO, Angela, 2020. Effect of the topical Klox fluorescence biomodulation system on the healing of canine surgical wounds. *Veterinary Surgery*. mai 2020. Vol. 49, n° 4, pp. 719-727. DOI 10.1111/vsu.13415.

SAM RIVERA, 2019. Section 3 : Husbandry and Management, Chapitre 19 : Quarantine. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, Mader's reptile and amphibian medicine and surgery. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 142-144. ISBN 978-0-323-48253-0.

SCHADE ET MARCHIONINI, 1928. Der säuremantel der haut (nach gaskettenmessung). *KLIN WOCHENSCHR* (éd.). 1928.

SCHILLIGER, Lionel H., MOREL, Damien, BONWITT, Jesse H. et MARQUIS, Olivier, 2013. CHEYLETUS ERUDITUS (TAURRUS®): AN EFFECTIVE CANDIDATE FOR THE BIOLOGICAL CONTROL OF THE SNAKE MITE ( OPHIONYSSUS NATRICIS ). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. septembre 2013. Vol. 44, n° 3, pp. 654-659. DOI 10.1638/2012-0239R.1.

SCHMID-WENDTNER, M.-H. et KORTING, H.C., 2006. The pH of the Skin Surface and Its Impact on the Barrier Function. *Skin Pharmacology and Physiology*. 2006. Vol. 19, n° 6, pp. 296-302. DOI 10.1159/000094670.

SEAN M. PERRY, SAMANTHA J. SANDER, MARK A. MITCHELL, 2016. Chapter 2 : Integumentary System. In : MITCHELL, Mark A. et TULLY, Thomas N. (éd.), *Current therapy in exotic pet practice*. St. Louis, Missouri : Elsevier. pp. 17-75. ISBN 978-1-4557-4084-0.

SF997.5.E95 C87 2016

SIMARD, Jules, MARSCHANG, Rachel E., LEINEWEBER, Christoph et HELLEBUYCK, Tom, 2020. Prevalence of inclusion body disease and associated comorbidity in captive collections of boid and pythonid snakes in Belgium. *PloS One*. 2020. Vol. 15, n° 3, pp. e0229667. DOI 10.1371/journal.pone.0229667.

STACEY LEONATTI WILKINSON, 2019. Section 1 : Practice Management and Development, Chapitre 3 : Understanding the Human-Herp Relationship. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, *Mader's reptile and amphibian medicine and surgery*. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 11-15. ISBN 978-0-323-48253-0.

STEPHEN J. DIVERS, 2019a. Section 5 : Techniques and Procedures, Chapitre 42 : Medical History And Physical Examination. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, *Mader's reptile and amphibian medicine and surgery*. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 385-404. ISBN 978-0-323-48253-0.

STEPHEN J. DIVERS, 2019b. Section 5 : Techniques and procedures, Chapitre 43 : Diagnostic Techniques and Sample Collection. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, *Mader's reptile and amphibian medicine and surgery*. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 405-421. ISBN 978-0-323-48253-0.

T. FRANCISCUS SCHEELINGS AND TOM HELLEBUYCK, 2019. Section 9 : Medicine, Chapitre 69 : Dermatology - Skin. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, *Mader's reptile and amphibian medicine and surgery*. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 699-711. ISBN 978-0-323-48253-0.

TAÏEB, Alain, 2018. Skin barrier in the neonate. *Pediatric Dermatology*. mars 2018. Vol. 35, pp. s5-s9. DOI 10.1111/pde.13482.

TAKAHASHI, Koichi, SAKANO, Hitomi, RYTTING, J. Howard, NUMATA, Nanako, KURODA, Shihō et MIZUNO, Nobuyasu, 2001. Influence of pH on the Permeability of p -Toluidine and Aminopyrine Through Shed Snake Skin as a Model Membrane. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. janvier 2001. Vol. 27, n° 2, pp. 159-164. DOI 10.1081/DDC-100000482.

TASSART, Anne-Sophie, 2018. Question de la semaine : Lorsqu'un serpent avale une proie, recrache-il à un moment les os ? *Sciences et Avenir*. [en ligne]. 22 juin 2018. [Consulté le 26 octobre 2022]. Disponible à l'adresse :

[https://www.sciencesetavenir.fr/animaux/reptiles-et-amphibiens/question-de-la-semaine-lorsqu-un-serpent-avale-une-proie-recrache-il-a-un-moment-les-os\\_125178](https://www.sciencesetavenir.fr/animaux/reptiles-et-amphibiens/question-de-la-semaine-lorsqu-un-serpent-avale-une-proie-recrache-il-a-un-moment-les-os_125178)

TU, M. C., LILLYWHITE, H. B., MENON, J. G. et MENON, G. K., 2002. Postnatal ecdysis establishes the permeability barrier in snake skin : new insights into barrier lipid structures. *Journal of Experimental Biology*. 1 octobre 2002. Vol. 205, n° 19, pp. 3019-3030. DOI 10.1242/jeb.205.19.3019.

VITT, Laurie J. et CALDWELL, Janalee P., 2014. *Anatomy of Amphibians and Reptiles*. In : *Herpetology*. [en ligne]. Elsevier. pp. 35-82. [Consulté le 26 octobre 2022]. ISBN 978-0-12-386919-7.

VOLKER SCHMIDT, 2019. Section 13 : Specific Disease/Case Summary, Chapitre 138 : Abscesses/Fibriscesses. In : STEPHEN J. DIVERS, SCOTT J. STAHL, *Mader's reptile and amphibian medicine and surgery*. Third edition. St. Louis : Elsevier. pp. 1288-1289. ISBN 978-0-323-48253-0.

WALKER, Donald M., LEYS, Jacob E., GRISNIK, Matthew, GRAJAL-PUCHE, Alejandro, MURRAY, Christopher M. et ALLENDER, Matthew C., 2019. Variability in snake skin microbial assemblages across spatial scales and disease states. *The ISME journal*. septembre 2019. Vol. 13, n° 9, pp. 2209-2222. DOI 10.1038/s41396-019-0416-x.

WOZNIAK, Edward J. et DENARDO, Dale F., 2000. The Biology, Clinical Significance and Control of the Common Snake Mite, *Ophionyssus natricis*, in *Captive Reptiles*. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*. janvier 2000. Vol. 10, n° 3, pp. 4-10. DOI 10.5818/1529-9651-10.3.4.

XIAO, CIORTEA ET IMHOF, 2007. Measurement of water holding capacity using a condenser-chamber TEWL instrument. 2007. *Stratum Corneum V Congress*, Cardiff.

YOUNG, Bruce A., MARSIT, Carmen et MELTZER, Karen, 1999. Comparative morphology of the cloacal scent gland in snakes (*Serpentes : Reptilia*). *The Anatomical Record*. 1 octobre 1999. Vol. 256, n° 2, pp. 127-138. DOI 10.1002/(SICI)1097-0185(19991001)256:2<127::AID-AR3>3.0.CO;2-J.

ZAJĄC, M., SZCZEPANIK, M., WILKOŁEK, P., ADAMEK, Ł et POMORSKI, Z., 2015. The influence of non-specific anti-pruritus treatment with cyclosporine A on transepidermal water loss (TEWL) in natural atopic dermatitis in dogs. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2015. Vol. 18, n° 2, pp. 415-424. DOI 10.1515/pjvs-2015-0053.

ZAJĄC, Marcin, SZCZEPANIK, Marcin P., WILKOŁEK, Piotr M., ADAMEK, Lukasz R., POMORSKI, Zbigniew J. H., SITKOWSKI, Wiesław et GOŁYŃSKI, Marcin G., 2014. Assessment of the relationship between transepidermal water loss (TEWL) and severity of clinical signs (CADESI-03) in atopic dogs. *Veterinary Dermatology*. décembre 2014. Vol. 25, n° 6, pp. 503-506, e83. DOI 10.1111/vde.12150.





## Annexes

### ***Annexe 1 : Consentement éclairé qui a été rempli par les propriétaires des serpents des élevages dans lesquels les mesures ont été réalisées.***

#### IDENTIFICATION DU PROPRIETAIRE

Nom et prénom : .....

Tel.:.....Email:.....

Adresse : .....

Code postal : ..... Ville : .....

#### DETAILS DU PATIENT

Nom..... Age ..... Race.....

Sexe ..... Puce .....

Je soussigné, Mr/Mme ....., certifie avoir bien reçu les informations suivantes lors de la consultation :

- Type d'étude et son but
- Détails sur les modalités de prises de mesures
- Risques potentiels et bénéfiques
- Durée de l'étude
- Ma participation à l'étude clinique est volontaire et confidentielle et je peux sortir de l'étude à tout moment
- Le vétérinaire peut décider de la sortie de l'étude du patient à tout moment
- Les informations concernant mon animal peuvent être examinées par des personnes autorisées mais mes informations personnelles sont strictement confidentielles
- Je suis d'accord pour que les photographies servent à des publications scientifiques

#### DECLARATION

J'ai bien compris toutes les informations ci-dessus, j'ai pu poser toutes les questions au vétérinaire pendant la consultation. J'accepte que mon animal soit inclus dans cette étude.

De plus, j'autorise l'utilisation des informations collectées pendant l'étude clinique à des fins scientifiques.

Signature du propriétaire:

\_\_\_\_\_ Date \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

***Annexe 2 : Tableau de collecte des données, envoyé aux structures vétérinaires pour l'étude prospective.***

	Serpent A	Serpent B	...
<b><i>Numéro d'identification / Nom</i></b>			
<b><i>Espèce</i></b>			
<b><i>Age</i></b>			
<b><i>Sexe</i></b>			
<b><i>Commémoratifs</i></b>			
<b><i>Motif de consultation</i></b>			
<b><i>Lésions cutanées identifiées, localisations et étendues</i></b>			
<b><i>Autres signes cliniques</i></b>			
<b><i>Examens complémentaires</i></b>			
<b><i>Diagnostic</i></b>			
<b><i>Traitements</i></b>			
<b><i>Suivi (revu ou non, à quelle fréquence, quelle évolution)</i></b>			
<b><i>Problèmes zootechniques identifiés</i></b>			
<b><i>Photographies des lésions</i></b>			

***Annexe 3 : Questionnaire de collecte des données, laissé de côté en début d'étude au profit du tableau (Annexe 2), jugé plus facile à remplir. Ce questionnaire a été établi au début des travaux, le travail portait alors plus spécifiquement sur les brûlures chez les serpents.***

Questionnaire de thèse sur les dermatoses des serpents, avec étude particulière des cas de brûlures

Bonjour,

Passionnée par les reptiles et la dermatologie, je souhaite réaliser une thèse vétérinaire sur la dermatologie des serpents.

Voici un questionnaire réalisé dans le cadre de ma thèse de fin d'étude dont le titre est : « Actualités de la dermatologie des serpents en France et importance des brûlures en clinique ».

Je vous remercie d'avance pour le temps que vous consacrerez à répondre à ce questionnaire.

Pour l'envoi des questionnaires ou pour toutes questions ou informations complémentaires, je vous transmets ci-après mes coordonnées :

Anne-Lise HOMERIN, étudiante à VetAgro Sup, 1 avenue Bourgelat 69280 Marcy l'étoile.

Je suis extrêmement motivée par ce sujet et je peux communiquer avec vous comme vous le préférez : nous pouvons avoir une discussion téléphonique autour de ce questionnaire et je le remplirai pour vous, et, dans la mesure du possible, je peux venir à votre clinique pour partager vos informations...

**VOS COORDONNEES :**

Afin de pouvoir vous recontacter si vous êtes d'accord, merci de donner vos coordonnées ci-après. Lors de l'analyse du questionnaire, toutes les données seront traitées de façon anonyme.

Nom de la clinique et adresse :

Votre nom :

Adresse e-mail (et/ou numéro de téléphone) :



## GENERALITES :

Pour l'ensemble des questions suivantes, considérer un cas par foyer, ceci afin d'éviter d'introduire un biais lié à une répétition pour plusieurs serpents d'un même élevage/animalerie/propriétaire atteints d'une affection contagieuse.

- En moyenne par an combien de serpents viennent à la clinique pour des pathologies (par exemple hors identification électronique etc...) ?

.....

- En moyenne combien d'entre eux présentent des affections cutanées ?

- <10%
- 10 à 20%
- 20 à 30%
- 30 à 40%
- 40 à 50%
- 50 à 60%
- 60 à 70%
- 70 à 80%
- 80 à 90%
- 90 à 100%

- Sur ce nombre, combien avez-vous vu de femelles et combien de mâles ?

Femelles :

- <10%
- 10 à 20%
- 20 à 30%
- 30 à 40%
- 40 à 50%
- 50 à 60%
- 60 à 70%
- 70 à 80%
- 80 à 90%
- 90 à 100%

Mâles :

- <10%
- 10 à 20%
- 20 à 30%
- 30 à 40%
- 40 à 50%
- 50 à 60%
- 60 à 70%
- 70 à 80%
- 80 à 90%
- 90 à 100%

Non sexés :

- <10%
- 10 à 20%
- 20 à 30%
- 30 à 40%
- 40 à 50%
- 50 à 60%
- 60 à 70%
- 70 à 80%
- 80 à 90%
- 90 à 100%

-Quelles lésions cutanées avez-vous pu identifier (donnez un pourcentage en face de vos réponses) ?

- Brulures :
- Plaies :
- Défaut de mues :
- Vésicules :
- Abscesses :
- Abrasions :
- Tumeurs :
- Décollements :
- Ulcérations :

- Quelle est l'étiologie de ces lésions, en nombre de cas, si certaines affections sont concomitantes, donner uniquement l'affection primitive ?

- Parasitaires : .....
- Virales : .....
- Fongiques : .....
- Bactériennes : .....
- Nutritionnelles : .....
- Traumatiques : .....
- Environnementales : .....
- Tumorales : .....
- Endocriniennes : .....
- Autres : .....
- Pas de diagnostic : .....



## GENERALITES SUR LES BRULURES :

Pour la partie suivante, nous prendrons aussi en compte les brûlures qui sont déjà cicatricielles au moment de la consultation ainsi que celles présentent lors de l'examen clinique même si cela n'était pas la raison de la consultation.

- Combien de cas de brûlures recevez-vous en moyenne par an ? .....

- A quoi sont-elles dues ? Pour chaque cause précisez le pourcentage :

- Défauts de zootechnie : .....
- Fuites : .....
- Accidents (précisez : ..... ) : .....
- Autres (précisez : ..... ) : .....

- Quelle est l'installation pour le chauffage du terrarium ?

- Lampe chauffante
- Tapis chauffant
- Cordon chauffant
- Autres : .....

- En cas d'erreur de zootechnie à l'origine de la brûlure, quels conseils avez-vous prodigué pour prévenir les récives ?

- Changer de position la source de chaleur
- Changer de source de chaleur
- Protéger la source de chaleur
- Mettre un bain dans le terrarium
- Augmenter la surface du terrarium
- Réguler l'hygrométrie
- Mesures d'hygiène
- Vérifier l'aération du terrarium
- En cas d'utilisation d'UV, réduire ou éliminer la source et/ou vérifier l'installation
- Autres (précisez : .....)

## FICHE CAS CLINIQUE

Cette fiche est à imprimer/remplir autant de fois que vous le souhaitez pour me permettre d'avoir une large banque de données avec plusieurs cas cliniques concrets, il s'agit ici de présenter un ou plusieurs cas clinique(s) que vous avez trouvé intéressant(s) et qui vous semble(nt) pertinent(s) à inclure dans cette thèse concernant les brûlures des serpents en captivité ; commémoratifs, anamnèse, examen clinique et examens complémentaires, diagnostic, traitement mis en place, suivi... ? N'hésitez pas à joindre des photos si vous en avez ou à me les envoyer par mail en précisant votre nom.

- Décrivez les commémoratifs et anamnèses concernant ce serpent ; l'âge, l'espèce, le sexe si sexé, le motif de la consultation, la cause de la brûlure si les propriétaires ont pu l'identifier...

.....  
.....  
.....  
.....

- Décrivez la localisation, l'aspect et l'étendu des lésions ainsi que le degré de la brûlure si vous avez pu l'identifier, précisez si la brûlure était cicatricielle au moment de la venue à la clinique :

.....  
.....  
.....  
.....

- Quels signes cliniques supplémentaires et qui vous semblent en lien avec cette brûlure étaient présents (déshydratation, anorexie, atteinte de l'état général, signes de douleurs (posture, comportement) ...) ?

.....  
.....  
.....  
.....

- Avez-vous réalisé des examens complémentaires ? Si oui, précisez lesquels :

- Oui : .....
- Non

- Quelle prise en charge avez-vous mise en place ?

.....  
.....  
.....  
.....

- En cas de traitement médical préciser la/les molécule(s) utilisée(s) :

.....

- Y'a-t-il eu un suivi ?

- Oui
- Non

- Si oui combien de fois et à quelle fréquence ?

.....

- Avez-vous noté une amélioration suite au traitement mis en place ?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

-Avez-vous identifié une erreur de zootechnie à l'origine de la brûlure (si oui laquelle) ?

- Oui : .....
- Non

-En cas d'erreur identifiée, a-t-elle été corrigée par le propriétaire ?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

-Y'a-t-il eu des récurrences de brûlure chez ce serpent ?

- Oui
- Non
- Ne sais pas



# Etude expérimentale de la barrière cutanée des serpents et étude rétrospective des cas de dermatoses sur 242 serpents présentés dans 4 cliniques et centres hospitaliers vétérinaires.

Auteure

---

Anne-Lise HOMERIN

Résumé

---

Les serpents, en tant que nouvel animal de compagnie, sont de plus en plus fréquemment rencontrés en clinique. Nous possédons actuellement peu de données sur les caractéristiques de leur barrière cutanée. Cette étude propose un état des lieux de la bibliographie disponible sur la peau des serpents et ses affections. Une étude expérimentale menée sur 36 individus de quatre genres différents consistant en la mesure de trois paramètres (perte insensible en eau, taux d'hydratation et potentiel hydrogène) sur cinq zones du corps des serpents montre que la barrière cutanée des serpents des genres Python et Boa est plus perméable ventralement, que la peau des Lampropeltis et des Pythons présente un taux d'hydratation plus faible ventralement et que la peau des Pythons en zone caudo-ventrale est plus acide qu'ailleurs. Par ailleurs, une étude prospective sur 242 cas menée dans 4 structures vétérinaires met en évidence les genres Python, Boa, Morelia et Pantherophis comme les plus fréquemment présentés en consultation. Les affections dermatologiques sont fréquentes, représentant 17% des cas et le troisième motif de consultation. Les étiologies traumatiques sont très représentées (abcès, abrasions, brûlures, morsures, griffures...) et sont dans 80% des cas liées à un défaut environnemental. Les serpents de l'espèce Boa constrictor semblent prédisposés aux abcès rostraux, ce qu'on attribue à leur caractère vif et anxieux. Les traitements mis en place pour des affections cutanées comportent dans 88% des cas une antibiothérapie, ce qui est préoccupant dans le contexte actuel de surveillance des résistances aux antibiotiques des micro-organismes pathogènes.

Mots-clés

---

NAC, Serpents, Dermatoses, Barrière cutanée

Jury

---

Président du jury	:	<b>Pr</b>	<b>NICOLAS Jean-François</b>
1er assesseur	:	<b>Dr</b>	<b>MOSCA Marion</b>
2ème assesseur	:	<b>Pr</b>	<b>PIN Didier</b>
Membre invité	:	<b>Mme</b>	<b>GINEYS Barbara</b>