

**THESE**  
**POUR LE DIPLOME D'ETAT**  
**DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

(Arrêté du 17 juillet 1987)

Présentée et soutenue publiquement  
le 4 avril 2014 à POITIERS  
par Aurore DIESCE épouse TELLIER  
née le 19 Décembre 1986

Morsures envenimées par les serpents  
aglyphes et opisthophes

Composition du Jury :

Président : ~~Madame le Professeur Marie-Paule JOUANNETAUD~~

Membres : Monsieur le Professeur Max GOYFFON

Monsieur le Docteur Louis JULIENNE

Monsieur le Docteur Lydwin HOUNKANLIN

Directeur de thèse : Madame le Docteur Caroline CHARVET



Liste des enseignants en Pharmacie

**Professeurs des Universités des disciplines pharmaceutiques :**

FAUCONNEAU Bernard (86) Toxicologie

GUILLARD Jérôme (86) Pharmacochimie

IMBERT Christine (87) Parasitologie et Mycologie médicale

JOUANNETAUD Marie-Paule (86) Chimie thérapeutique

LEVESQUE Joël (86) Pharmacognosie

OLIVIER Jean-Christophe (85) Pharmacie galénique et Biopharm., pharm.indust.

PAGE Guylène (87) Biologie cellulaire, Biothérapeutiques

RABOUAN Sylvie (85) Sc.physico-chimiques, Chimie physique  
SARROUILHE Denis (86) Physiologie humaine  
SEGUIN François (85) Biophysique

**Professeurs des universités-praticiens hospitaliers des disciplines pharmaceutiques :**

COUET William (81) Pharmacie clinique  
MARCHAND Sandrine (81) Pharmacologie, Pharmacocinétique

**Maîtres de Conférences des Universités des disciplines pharmaceutiques :**

BARRIER Laurence (87) Biochimie générale et clinique  
BODET Charles (87) Bactériologie  
BON Delphine (85) Biophysique  
BRILLAULT Julien (86) Pharmacocinétique, Biopharmacie  
CHARVET Caroline (86) Physiologie, Anatomie humaine  
DEBORDE-DELAGE Marie (85) Sc.physico-chimiques  
DEJEAN Catherine (86) Pharmacologie générale et clinique  
DELAGE Jacques (85) Biomathématiques et Biophysiques  
FAVOT-LAFORGE Laure (87) Biologie cellulaire et moléculaire  
GIRARDOT Marion (86) Biologie végétale et pharmacognosie  
GREGOIRE Nicolas (86) Pharmacologie et Pharmacométrie  
HUSSAIN Didja (85) Pharmacotechnie, Biopharmacie  
INGRAND Sabrina (86) Toxicologie  
MARIVINGT-MOUNIR Cécile (86) Pharmacochimie (chimie organique)  
PAIN Stéphanie (86) Toxicologie  
RIOUX-BILAN Agnès (87) Biochimie  
TEWES Frédéric (85) Chimie et Pharmacotechnie  
THOREAU Vincent (87) Biologie cellulaire et moléculaire  
WAHL Anne (85) Chimie analytique

**Maîtres de conférences des universités-praticiens hospitaliers des disciplines pharmaceutiques :**

THEVENOT Sarah (81) Hygiène, Hydrologie et environnement  
RAGOT Stéphanie (81) Droit et économie de la santé  
DUPUIS Antoine (81) Pharmacie clinique  
BARRA Anne (82) Immunologie

**Maîtres de Conférences associés – Officine**

DELOFFRE Clément, (86) Officine (pharmacie)  
HOUNKANLIN Lydwin (86) Officine (pharmacie)

**Autre Professeur du 2nd degré :**

DEBAIL Didier (11) Anglais

LILWALL Amy (11) Anglais

## REMERCIEMENTS

J'adresse un merci tout particulier à Madame le Docteur Caroline CHARVET, maître de conférences en physiologie à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Poitiers, sans qui ce travail n'aurait pu être réalisé. Je la remercie pour l'attention, l'écoute et la patience qu'elle a manifestées tout au long de la réalisation de cette thèse. Elle a su simplement me donner le goût d'approfondir mes recherches par ses encouragements et ses conseils avisés sur le sujet.

Je remercie également Madame le professeur Marie-Paule JOUANNETAUD, directeur de la Section de Pharmacie de 2005 à 2013 et professeur de chimie thérapeutique, de présider aujourd'hui ce jury.

Je remercie également Monsieur le Professeur Max GOYFFON, directeur émérite du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, d'avoir accepté de prendre part à ce projet et qui m'a fait l'honneur de participer à mon jury de thèse. Je le remercie pour ses encouragements à distance, pour sa disponibilité permanente, et pour m'avoir toujours donné un avis éclairé de spécialiste sur le sujet.

Je remercie Monsieur le Docteur Louis JULIENNE, pharmacien à Poitiers, qui m'a fait l'honneur d'accepter d'être présent aujourd'hui dans mon jury de thèse. Qu'il soit assuré de mes remerciements sincères pour m'avoir accueillie dans son officine dans laquelle j'ai beaucoup appris.

Je remercie Monsieur le Docteur Lydwin HOUNKANLIN, maître de conférences à la Faculté de Pharmacie de Poitiers, d'avoir accepté de participer à mon jury. Je lui adresse ma profonde reconnaissance pour nous avoir enseigné l'art de la pharmacie comme il l'a fait durant notre dernière année d'études.

Je remercie, bien évidemment mes parents, mes frères et sœurs Antoine, Aude, Martin et Flore de m'avoir accompagnée et toujours soutenue tout au long de mes études de pharmacie. C'est à eux tous que je dois ce que je suis aujourd'hui. Leur confiance m'a guidée et je ne les remercierai jamais assez de tout ce qu'ils m'ont transmis.

A mon grand-père qui m'a communiqué cet amour de la nature et des animaux. J'ai très souvent pensé à lui durant la rédaction de cette thèse.

C'est à Jean, mon mari, que je dédie mon travail. Je le remercie pour ces années de lumière qu'il m'a offertes. Sa présence dans les moments de doute, son humour et son sérieux m'ont aidée à surmonter mes difficultés.

Merci également à ses parents, à Magali et Pawel, à Sarah, Pierre et leur petit Robin pour leur présence et leur enthousiasme sans faille.

Je remercie toutes les personnes qui de près ou de loin se sont associées à la rédaction de ce travail.

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>14</b>
<b>PARTIE 1 : PRESENTATION GENERALE DES SERPENTS.....</b>	<b>18</b>
I. CARACTERISTIQUES GENERALES DES SERPENTS.....	18
1. <i>Evolution.....</i>	18
2. <i>Répartition des serpents.....</i>	21
3. <i>Description.....</i>	22
<i>Anatomie.....</i>	22
<i>Squelette et musculature.....</i>	23
<i>Système nerveux et organes des sens.....</i>	24
<i>La vue.....</i>	24
- <i>Serpents à pupille ronde.....</i>	24
- <i>Serpents à pupille verticale.....</i>	25
- <i>Serpents à pupille horizontale.....</i>	25
<i>L'odorat.....</i>	26
<i>L'ouïe.....</i>	27
<i>La thermosensibilité.....</i>	28
<i>Reproduction.....</i>	29
<i>Le phénomène de mue.....</i>	29
<b>PARTIE 2 : DIFFERENTES CLASSIFICATIONS DES SERPENTS.....</b>	<b>31</b>
I. CLASSIFICATION SYSTEMATIQUE.....	31
1. <i>Ordre des Rhynchocephalia.....</i>	31
2. <i>ordre des Squamata.....</i>	31
<i>Super-famille des Scolecophidia,.....</i>	32
<i>Super-famille des Boidae.....</i>	32
<i>Genre Tropidophiidae.....</i>	32
<i>Genre Boidae.....</i>	32
<i>Super-famille des Acrochordidae.....</i>	32
<i>Super-famille des Colubridae.....</i>	32
<i>Super-famille des Elapidae.....</i>	33
<i>Super-famille des Viperidae.....</i>	33
<i>Super-Famille des Atractaspididae.....</i>	33
II. CLASSIFICATION SELON LE TYPE DE DENTURES.....	33
1. <i>Deux grands types de dentures.....</i>	34
<i>Aglyphes.....</i>	34
<i>Glyphodontes.....</i>	35
<i>Les opistoglyphes.....</i>	35
<i>Les protéroglyphes.....</i>	36
<i>Les solénoglyphes.....</i>	36
2. <i>Tableaux comparatifs des espèces selon leur denture.....</i>	37
3. <i>Tableaux comparatifs non exhaustifs des deux types de classification des serpents, en fonction de leur systématique et en fonction de leur denture.....</i>	39
<b>PARTIE 3 : EXEMPLES DE MORSURES ENVENIMEES.....</b>	<b>42</b>
I. ENVENIMATION PAR LA COULEUVRE DE MONTPELLIER <i>MALPOLON MONSPESSULANUS</i> (POMMIER, 2007) .....	43
1. <i>Présentation du serpent.....</i>	43
2. <i>Description de la morsure.....</i>	43
3. <i>Evolution clinique.....</i>	44
4. <i>Séquelles à long terme.....</i>	44
II. ENVENIMATION PAR <i>THRASOPS FLAVIGULARIS</i> (GOYFFON, 2005).....	45
1. <i>Présentation du serpent.....</i>	45
2. <i>Description de la morsure.....</i>	45

3.	<i>Evolution clinique</i> .....	46
4.	<i>Séquelles à long terme</i> .....	46
III.	ENVENIMATION PAR <i>BOIRUNA MACULATA</i> (DOS SANTOS ET AL, 2002).....	46
1.	<i>Présentation du serpent</i> .....	46
2.	<i>Description de la morsure</i> .....	47
3.	<i>Evolution clinique</i> .....	47
4.	<i>Séquelles à long terme</i> .....	48
IV.	QUELQUES AUTRES CAS D'ENVENIMATIONS .....	48
	<b>PARTIE 4 : GLANDE DE DUVERNOY ET VENINS</b> .....	<b>52</b>
I.	LA GLANDE DE DUVERNOY .....	54
1.	<i>Description</i> .....	54
2.	<i>Fonction de la glande de Duvernoy</i> .....	56
3.	<i>Propriétés venimeuses de la sécrétion de la glande de Duvernoy</i> .....	56
4.	<i>Composition de la sécrétion glandulaire</i> .....	58
	<i>Composition en protéines et activité protéolytique</i> .....	59
	<i>Activité protéasique</i> .....	60
	<i>Activité hémostatique</i> .....	61
	<i>Activité neurotoxique et myotoxique</i> .....	61
5.	<i>Signes cliniques entraînés par la morsure</i> .....	64
	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>67</b>

## TABLE DES FIGURES

- figure 1:** statue d'Hygie tenant une coupe où boit le serpent
- figure 2:** frise chronologique de l'apparition de la vie sur terre
- figure 3:** fossile d'un spécimen d' *Eupodophis descouensi*
- figure 4:** photographie d'un dragon de Komodo
- figure 5:** tableaux montrant l'arbre phylogénétique des serpents
- figure 6:** incidence annuelle des envenimations ophidiennes dans le monde (pour 100000 habitants)
- figure 7:** anatomie du serpent
- figure 8:** schéma de l'appareil venimeux chez le serpent
- figure 9:** position de l'organe de Jacobson au niveau duquel la langue amène les molécules odorantes recueillies
- figure 10:** coupe sagittale de l'organe de Jacobson
- figure 11:** schéma de l'oreille interne des serpents
- figure 12:** schéma de la fossette thermosensible d'un crotale
- figure 13:** photographie d'un amphisbène
- figure 14:** photographie d'un Mocassin à tête cuivrée, *Agkistrodon contortrix*
- figure 15:** photographie d'un sphénodon
- figure 16:** photographie d'un lézard des murailles
- figure 17:** cobra égyptien ou *Naja haje* (par TOUMAYAN. R)
- figure 18:** photographie de *Micrurus surinamensis* (par TOUMAYAN. R)
- figure 19:** maxillaire de *Thrasops flavigularis* (d'après CHIPPAUX, 1999)
- figure 20:** schéma montrant le crochet venimeux chez un serpent de denture solénoglyphe du genre *Vipera*
- figure 21:** photographie d'une jeune couleuvre de Montpellier, *Malpolon monspessulanus*
- figure 22:** spécimen de *Thrasops flavigularis*
- figure 23:** spécimen adulte de *Boiruna maculata*
- figure 24:** photographie de *Coluber viridoflavus* (par KUBAT. J)
- figure 25:** Monsieur Georges-Louis Duvernoy (1777-1855)
- figure 26:** crochets d'un serpent opistoglyphe, *Dyspholidus typus* (par TOUMAYAN.R)
- figure 27:** photographie de *Dyspholidus typus* (par TOUMAYAN. R)
- figure 28:** photographie de *Boiga blandingi* (par TOUMAYAN. R)
- figure 29:** photographie de *Boiga irregularis* (par TOUMAYAN. R)

**figure 30** : graphique comparant les compositions protéiques dans le venin et dans la salive des serpents

**figure 31** : graphique représentant l'activité de la caséine, de l'azocaséinase et de la phosphodiésthérase

## TABLE DES TABLEAUX

**tableau 1** : tableau comparatif des différentes formes de pupilles retrouvées chez les serpents

**tableau 2** : tableau comparatif de la dangerosité pour l'homme en fonction du type de denture considéré

**tableau 3** : comparaison des deux types de classifications des serpents, en fonction de leur systématique et en fonction de leur denture aglyphe ou opistoglyphe

**tableau 4** : comparaison des deux types de classifications des serpents, en fonction de leur systématique et de leur denture aglyphe

**tableau 5** : comparaison des deux types de classifications des serpents, en fonction de leur systématique et de leur denture protéroglyphe

**tableau 6** : comparaison des deux types de classifications des serpents, en fonction de leur systématique et de leur denture solénoglyphe

**tableau 7** : liste des principaux genre de serpents aglyphes responsables d'envenimations.

**tableau 8** : liste des principaux genres ou espèces de serpents opistoglyphes responsables d'accidents sévères

**tableau 9** : gradation clinique des morsures et envenimations vipérines

**tableau 10** : tableau détaillant les différentes espèces dont le venin a été étudié

**tableau 11** : tableau comparatifs des espèces de serpents et des activités enzymatiques présentes dans leur venin

## **TABLE DES ANNEXES**

**ANNEXE 1:** tableaux récapitulant les résultats des expériences sur les *Colubridae* aglyphes.

**ANNEXE 2:** tableaux de résultats expérimentaux.

**ANNEXE 3:** Arrêté du 19 Novembre 2007.

## AVANT-PROPOS

Depuis l'enfance, j'ai toujours été intriguée par les serpents et par les réactions variées qu'ils suscitaient autour de moi. Au cours de promenades familiales, j'ai appris à observer les animaux dans leur milieu naturel, et plus particulièrement les serpents. Ils m'ont frappé par leur aspect, leurs réactions et leur agilité.

J'ai donc choisi d'écrire ma thèse en vue de l'obtention du diplôme de Docteur en Pharmacie sur ces animaux.

Toutefois, de nombreuses thèses ont déjà été réalisées sur le thème des serpents, en particulier celui des serpents venimeux, abordant aussi bien les aspects cliniques qui peuvent être causés par leurs morsures, que les différentes espèces présentes dans le monde.

Mon propos se limitera ici aux serpents considérés comme « non venimeux ». J'étudierai leurs caractéristiques propres, mais également les envenimations parfois graves que leurs morsures peuvent entraîner et pour finir, je m'attarderai sur le fonctionnement de la glande de Duvernoy.

Depuis quelques années, les scientifiques ont mis en évidence des cas de plus en plus nombreux d'envenimations suite à des morsures de couleuvres ou d'autres serpents considérés pourtant comme non dangereux pour l'homme. Le choix du sujet résulte de cette remise en question récente de la notion de serpents venimeux opposée à celle des serpents réputés comme sans danger pour l'homme.

Cette thèse est le fruit d'un travail de recherches bibliographiques en collaboration avec Madame le Docteur Caroline CHARVET et Monsieur le Professeur Max GOYFFON.

## INTRODUCTION

Depuis la nuit des temps, les serpents ont inspiré de nombreux mythes, et aujourd'hui encore, ils demeurent des animaux à la fois redoutés et admirés par l'homme, tant l'histoire leur a prêté de multiples facettes.

Le serpent représente l'archétype le plus riche de l'univers symbolique (VALLAT, 1989). En Orient, le serpent est un animal respecté, symbole de fécondité, voire un être puissant. En Occident, en revanche, le serpent est souvent considéré comme un animal nuisible.

Dans l'Antiquité, le serpent était associé au dieu de la médecine et à l'art de guérir. Aujourd'hui, il orne le caducée pharmaceutique qui représente un serpent qui s'enroule, se redresse et renverse sa tête vers le bord d'une coupe (figure 1). La coupe est celle dans laquelle Hygie, fille d'Esculape et déesse de la santé, donnait à boire au serpent du temple d'Epidaure (d'après Dominique KASSEL, conservateur des Collections d'histoire de la pharmacie de l'Ordre National des Pharmaciens).

Les serpents ont traversé les temps et peuplent aujourd'hui tous les continents habités de la planète. Apparus il y a 150 millions d'années, ils doivent leur survie à leurs impressionnantes capacités d'adaptation au climat et à l'environnement. Les serpents sont fascinants tant par leurs caractéristiques que par leur diversité. On en recense aujourd'hui plus de trois mille espèces dont environ trois cents sont dites dangereuses pour l'homme.

Leur répartition sur terre est inégale et c'est en Afrique et en Asie que leur concentration est la plus importante. Il est difficile aujourd'hui de répertorier de façon exhaustive toutes les espèces, qu'elles soient venimeuses ou sans danger pour l'homme.

Cependant, les morsures de serpent sont devenues pour les autorités de santé un véritable problème mondial de santé publique. Plus de cent cinquante mille victimes mourront des suites de ces morsures et cent mille victimes garderont des séquelles à vie. (CHIPPAUX, 2004)

Les difficultés d'accès aux soins, la méconnaissance des soins préconisés, ou les méthodes de guérison « naturelles » empiriques vont aggraver lourdement le

pronostic des envenimations et leurs séquelles. Dans certaines contrées d'Afrique, il n'est pas rare que les familles des victimes s'adressent préférentiellement, voire exclusivement, à des tradipraticiens, dont le seul remède contre le venin résulte en une « pierre noire » poreuse sensée aspirer le venin hors du corps du patient. (BALDE, 2005)

Or, la prise en charge optimale des envenimations associe une immunothérapie spécifique, en fonction des caractéristiques physico-chimiques du venin impliqué (malheureusement trop souvent indisponible) et des soins de réanimation adaptés aux défaillances d'organes que présentent les patients.

L'idée communément admise est que les morsures envenimées ne peuvent être provoquées que par des serpents venimeux, certes, mais possédant également des crochets capables d'inoculer leur venin.

Pourtant, cette théorie est depuis peu remise en cause car des travaux récents ont exposé des cas d'envenimations sévères, suite à des morsures de couleuvres ou d'autres serpents considérés comme inoffensifs pour l'homme. .



**Figure 1: statue d'Hygie tenant une coupe où boit le serpent, copie romaine (1er siècle) d'un original grec (Musée de l'Ermitage)**

Dans un premier temps, nous décrirons les serpents de façon générale, pour exposer leurs caractères anatomiques et leurs particularités physiologiques afin de mieux comprendre les parties suivantes.

Dans une deuxième partie, nous détaillerons les différents types de denture et ce en fonction de l'espèce considérée. Cette classification va être essentielle dans la distinction des différents mécanismes mis en cause lors des envenimations.

Dans un troisième chapitre, nous exposerons certains cas d'envenimations relatés dans la littérature en s'appuyant sur les rapports réalisés par les scientifiques et en insistant sur les espèces considérées jusqu'à aujourd'hui comme inoffensives.

Enfin, nous terminerons par la description anatomique et fonctionnelle de la glande de Duvernoy, glande présente chez les serpents dits non venimeux comme les couleuvres. Elle est apparentée à une glande salivaire, mais est aussi capable de sécréter des substances toxiques telles que des hémotoxines ou des neurotoxines, responsables d'envenimations cliniquement graves.

## PARTIE 1 : PRESENTATION GENERALE DES SERPENTS

### I. Caractéristiques générales des serpents

#### Evolution

On recense actuellement 3070 espèces de serpents réparties sur l'ensemble de la planète. Les serpents sont apparus au cours de l'ère Mésozoïque, il y a environ 135 millions d'années, entre le Jurassique et le Crétacé (figure 1). Ils appartiennent à l'ordre des *Lepidosauria* et au sous-ordre des *Squamata* d'un point de vue phylogénétique. (VIDAL, 2002)

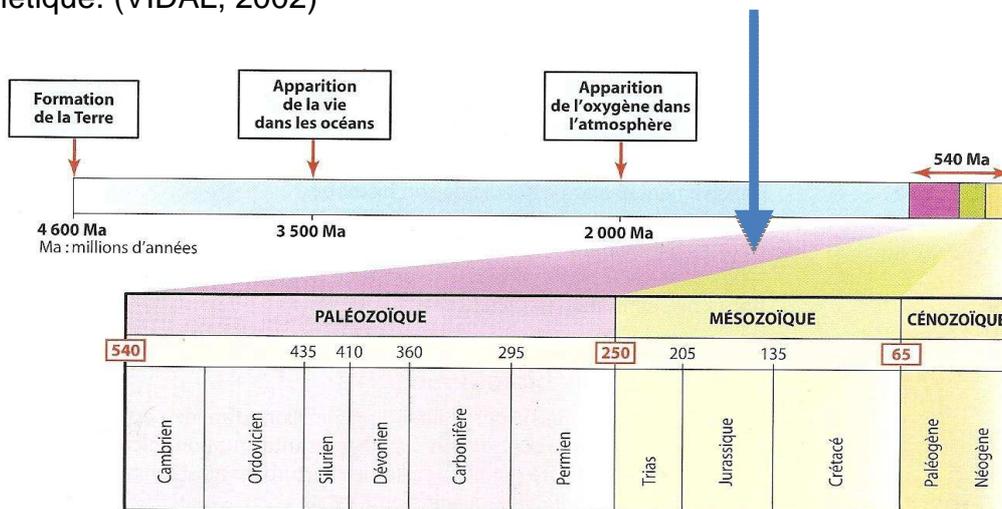


Figure 2 : Frise chronologique de l'apparition de la vie sur terre. La flèche marque la période d'apparition des serpents (d'après VILARS J, 2009)

Les serpents descendraient des lézards et auraient perdu leurs membres au cours de l'évolution. En effet, des fossiles datant de plus de 90 millions d'années ont été retrouvés par des scientifiques américains et israéliens. Mais ces fossiles sont encore trop peu nombreux pour affirmer de façon certaine l'évolution qu'ont suivi les serpents. On remarque des rudiments de pattes arrière et on note une absence de pieds ou d'orteils (figure 3). Les scientifiques en déduisent que les premiers serpents

auraient vécu sur terre. D'après la robustesse des pattes que les fossiles semblent posséder, les ancêtres des serpents seraient des lézards fouisseurs.



**Figure 3 : fossile d'un spécimen d' *Eupodophis descouensi*.** Ce spécimen rare a été retrouvé au Liban et daterait d'environ 90 millions d'années (d'après APESTIGUIA and ZAHER, 2006)

Les serpents aquatiques seraient apparus plus tard et leur corps long et ondulant se serait adapté à ces nouvelles conditions par la disparition progressive de leurs pattes.

En ce qui concerne la grande mâchoire que certains serpents possèdent aujourd'hui, elle découlerait de la modification de la mâchoire de lézards, l'évolution leur ayant permis d'avaler des proies de plus en plus grosses. L'analyse des squelettes fossiles révèle également que les serpents seraient apparentés à des animaux comme les dragons du Komodo en Thaïlande, semblables à de grands varans dotés d'une langue bifide (figure 4) et qui possèdent un venin puissant.



**Figure 4 : Photographie d'un dragon de Komodo (par INCITO S, 2012 )**

Les deux arbres phylogénétiques (figure 5) nous détaillent les différentes lignées auxquelles appartiennent les serpents. On remarque que l'ordre des *Squamata* auquel ils appartiennent comprend de nombreux autres sous-ordres, les serpents apparaissant au même niveau que les varans et les iguanes.

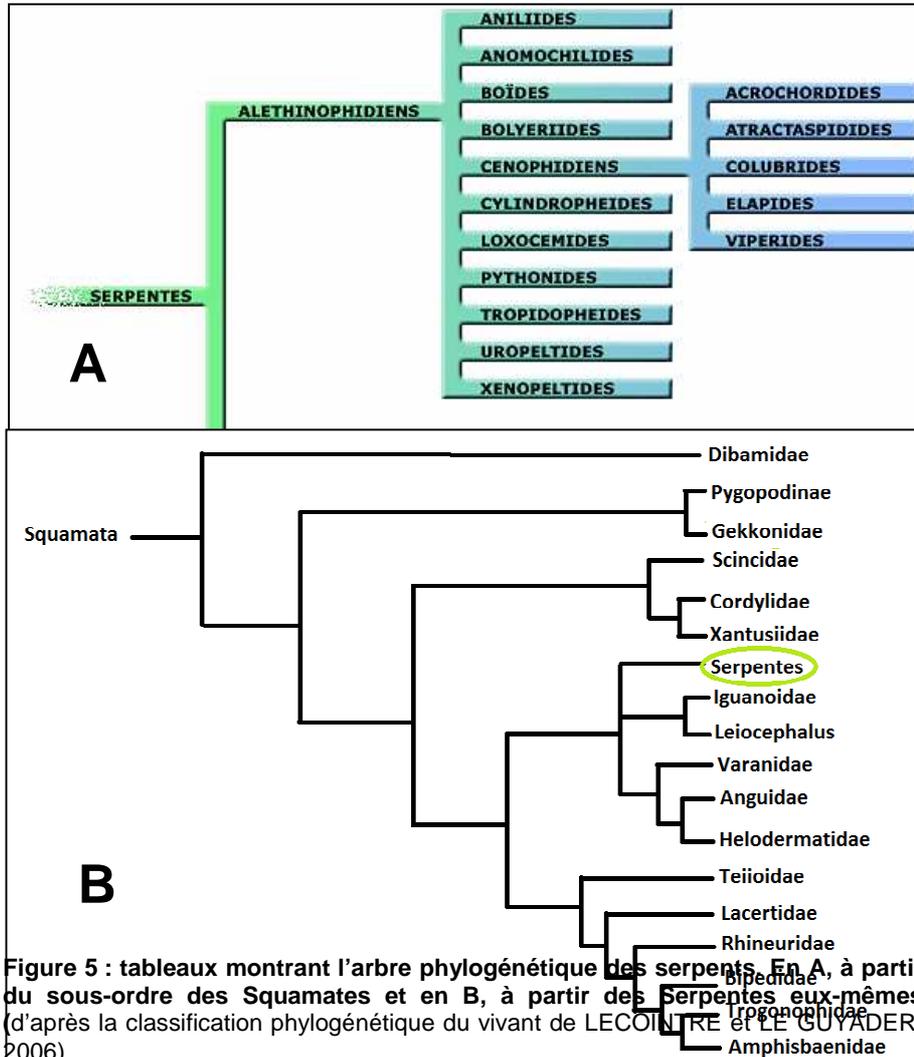


Figure 5 : tableaux montrant l'arbre phylogénétique des serpents. En A, à partir du sous-ordre des Squamates et en B, à partir des Serpentes eux-mêmes (d'après la classification phylogénétique du vivant de LECOINTRE et LE GUYADER, 2006)

Au cours de leur évolution, les serpents ont pu vivre sous presque tous les climats, même les plus extrêmes, à l'exception des climats polaires et subpolaires.

Ils occupent tous les biotopes, depuis les déserts sableux jusqu'aux forêts inondées en passant par les torrents des montagnes. Ces animaux constituent un important maillon des chaînes écologiques. (BAUCHOT, 2005)

## Répartition des serpents

Les serpents les plus dangereux occupent différents types d'habitats sur tous les continents et sous toutes les latitudes entre les deux cercles polaires (figure 6).

C'est en Inde que le taux de décès suite à des morsures de serpents est le plus élevé avec un total de 125 000 envenimations chaque année et un taux de décès de 12,5%.(WARRELL, 2011)

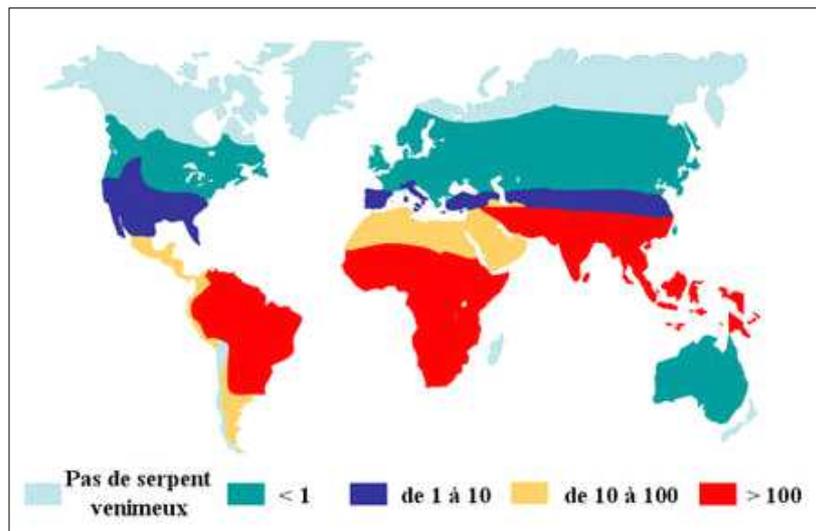


Figure 6 : incidence annuelle des envenimations ophidiennes dans le monde (pour 100 000 habitants) (ONU)

On constate que, concernant l'incidence annuelle des envenimations, le Sud est plus touché que le Nord de la planète, ce qui est à mettre en parallèle avec le biotope des serpents. En effet, les serpents apprécient plus particulièrement les environnements chauds et humides.

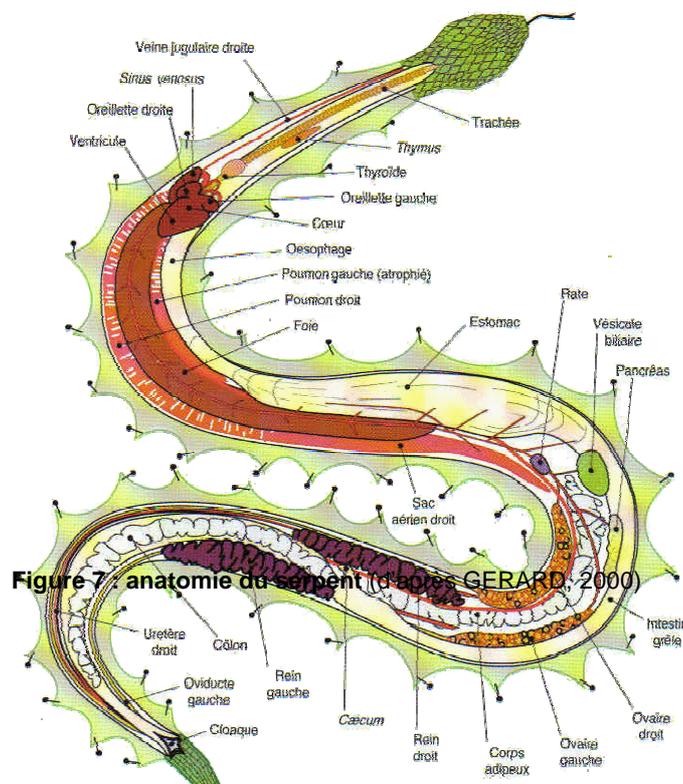
C'est surtout en zone tropicale (Asie et Afrique) que se trouvent les espèces les plus dangereuses et les peuplements les plus importants.

Ceci explique une incidence et une sévérité des envenimations d'autant plus élevées que l'on s'approche de l'Equateur. Les serpents non venimeux sont également présents sur l'ensemble des continents.

## Description

### Anatomie

Au niveau anatomique, les serpents possèdent de grandes similitudes avec les autres vertébrés. Tous les systèmes et tous les organes vitaux sont présents (cœur, poumons, foie, reins). Les fonctions physiologiques sont basées sur les mêmes grands systèmes organiques. Seule la disposition interne des organes diffère du fait de l'étrécissement de leur corps (figure 7).



Au niveau respiratoire, on note la présence d'une trachée,

du système respiratoire, on note la présence d'un poumon

gauche souvent atrophié et d'un poumon droit hypertrophié (sauf chez les boas et les pythons) ainsi que d'un poumon trachéen (non représenté sur le schéma) qui est en fait une extension du poumon droit et dont le rôle serait de faciliter la respiration du serpent au moment où il est en train d'ingérer sa proie.

Le système digestif est semblable à celui des humains avec un œsophage, des glandes salivaires, un estomac, une rate, un foie, une vésicule biliaire et des intestins (grêle et gros intestin, plus courts que chez les autres espèces).

La digestion se doit d'être efficace aux vues des proies parfois importantes que les serpents peuvent ingérer. Le système excréteur possède deux reins mais pas de vessie.

Quant au cœur, il possède trois cavités au lieu de quatre (deux oreillettes et un seul ventricule).

En ce qui concerne l'appareil reproducteur, les mâles possèdent des testicules allongés et deux organes copulateurs (hémipénis) dont un seul sert au moment de l'accouplement. Les femelles possèdent des ovaires en décalé, voire pas d'ovaire du côté gauche. La fécondation est interne.

#### Squelette et musculature

Au cours de l'évolution, les serpents ont perdu leurs pattes et aujourd'hui, ils n'en possèdent que des rudiments sur les côtés externes de leur corps. Leur squelette est constitué par une colonne vertébrale qui s'étend jusqu'à l'extrémité de la queue et selon la taille de l'animal, on compte de 160 à 400 vertèbres.

Leur squelette a beaucoup plus de vertèbres thoraciques et caudales mais ne possède pas de vertèbres lombaires ou de bassin.

Chaque vertèbre est pourvue d'une paire de côtes, excepté aux deux extrémités de l'animal : les deux premières vertèbres étant reliées au crâne et les vertèbres de la queue en étant dépourvues. Il n'y a pas de sternum.

Toutes ces vertèbres s'articulent parfaitement entre elles, permettant ainsi une grande liberté de mouvement au serpent.

Les côtes ne se rejoignent pas le long du ventre du serpent et s'éloignent les unes des autres lorsque le serpent avale une grosse proie.

Les serpents ne possèdent pas de membre leur permettant d'attraper leur proie, ils n'ont donc d'autres choix que de l'avalier en entier. C'est la raison pour laquelle la mâchoire constitue chez les serpents un élément essentiel. On note des disparités de constitution en fonction des espèces. En effet, chez les serpents les plus primitifs, les mâchoires ne sont pas suffisamment grandes pour saisir des animaux volumineux. Ces serpents sont donc contraints d'avalier des petites proies.

En revanche, chez les serpents les plus évolués tels que les boas ou les pythons, la mâchoire est constituée de telle façon que les deux os de la mâchoire ne sont reliés entre eux que par un ligament élastique. De plus, grâce à des os mobiles, leur crâne est souple. La gueule des serpents peut donc s'ouvrir très largement et permettre l'ingestion de proies plus grosses qu'eux. C'est ainsi que les pythons peuvent avalier des animaux pesant jusqu'à 70 kg (crocodiles, antilope).

L'appareil venimeux, présent chez tous les serpents, est plus ou moins développé selon les espèces.

Chez les serpents dits venimeux, cet appareil est un dispositif complexe (figure 8) qui associe une glande à venin spécialisée qui synthétise la sécrétion toxique et un dispositif capable d'injecter le venin dans un organisme étranger. (CHIPPAUX, 2002)



Figure 8 : schéma de l'appareil venimeux chez le serpent

Système nerveux et organes des sens

Le système nerveux est composé d'un cerveau et d'une moëlle épinière. Les organes des sens regroupent la vue, l'odorat, l'audition et le toucher, mais avec quelques particularités en ce qui concerne l'olfaction et la thermosensibilité.

### La vue

Les serpents possèdent deux yeux avec des pupilles dont la forme varie en fonction de leurs mœurs (nocturnes ou diurnes) et de leur mode de vie. Elles sont rondes, verticales ou horizontales. Seuls les serpents fouisseurs ont des yeux atrophiés au point de ne plus pouvoir distinguer la lumière de l'obscurité (AROUKATCHEE, 2011). Les yeux des autres espèces sont des pupilles rondes, verticales ou horizontales. (tableau 1)

#### - Serpents à pupille ronde

Les serpents dotés de petites pupilles rondes (tableau 1) ont une tendance à être discrets et sont des prédateurs nocturnes. Ceux qui ont de grandes pupilles rondes sont habituellement diurnes et ont une bonne vue, bien qu'ils aient du mal à voir clairement des choses immobiles. Pour améliorer leur vision pendant qu'ils chassent, ils peuvent dresser la tête et le haut de leur corps au-dessus du sol. Tous les *Colubridae* aquatiques, la couleuvre verte rugueuse (*Opheodrys ostivus*), la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*), les « couleuvres fouet » (*Coluber viridiflavus*)

nommées ainsi car elles agitent leur longue queue effilée tel un fouet, et les « serpents coureurs », d'Amérique du nord, d'Europe et d'Asie, ont des yeux avec de grandes pupilles rondes.

- Serpents à pupille verticale

Les pupilles verticales (tableau 1) sont typiques des espèces nocturnes telles que les vipères et les *Colubridae* tropicaux, ou encore les espèces de boas (*Boa constrictor*). Ces espèces se sont adaptées à la pénombre. En lumière vive, leurs pupilles se contractent, en se réduisant à des fentes, pour protéger leur rétine.

- Serpents à pupille horizontale

Les pupilles horizontales ne se rencontrent que chez quelques espèces : les serpents-lianes (*Ahaetula nasuta*), et les serpents-oiseaux (*Thelotornis capensis...*). Ces serpents ont une bonne vision binoculaire, ce qui n'est pas le cas des serpents ayant des yeux placés sur les côtés de la tête. La vision binoculaire permet d'évaluer très précisément les distances, ce qui est important pour les espèces qui se servent de leur corps pour passer au dessus des branches, ou qui ont besoin d'étirer leur corps pour prélever leurs proies sur des feuilles ou des brindilles.

Chez le serpent, la forme des pupilles (tableau 1) même si elle n'est pas toujours facile à appréhender est un bon critère de distinction pour déterminer précisément l'espèce de serpent que l'on a face à nous.

**Tableau 1 : Tableau comparatif des différentes forme des pupilles retrouvées chez les serpents**

FORME DE LA PUPILLE	EXEMPLE DE SERPENT	PHOTOGRAPHIE
<p>Pupille</p>  <p>ronde</p>	<p>Couleuvre verte rugueuse (<i>Opheodrys ostivus</i>)</p>	

<p>Pupille verticale</p> 	<p>Boa constricteur (<i>Boa constrictor</i>)</p>	
<p>Pupille horizontale</p> 	<p>Serpent liane (<i>Ahaetula nasuta</i>)</p>	

### L'odorat

Comme les autres vertébrés, les serpents ont des narines, au niveau desquelles se trouve une muqueuse olfactive, reliée aux centres olfactifs de leur cerveau. Ils possèdent cependant un organe supplémentaire, qui leur est propre : *l'organe de Jacobson* (figures 9 et 10). Cet organe voméro-nasal est constitué d'une paire de cavités situées dans le palais du serpent et dans lesquelles il insère les extrémités de sa langue bifide. Le serpent étire et darde sa langue, en quête de molécules odorantes dans l'atmosphère. Il la ramène dans sa bouche, jusqu'à l'organe de Jacobson, où les particules sont analysées et l'information transmise au cerveau, via les muqueuses olfactives. (HALPERN and MARTINEZ-MARCOS, 2003)

C'est pourquoi un serpent darde sans arrêt sa langue afin de percevoir de façon optimale son environnement.

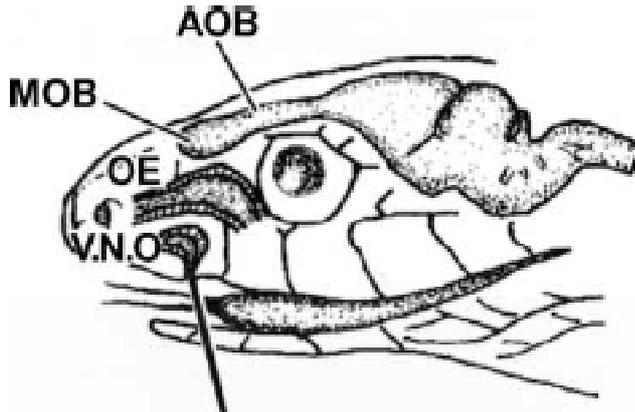


Figure 9 : position de l'organe de Jacobson (VNO) au niveau duquel la langue amène les molécules odorantes recueillies (extrait de HALPERN and MARTINEZ-MARCOS, 2003).

AOB = Bulbe Olfactif Accessoire

MOB = Bulbe Olfactif Majeur

OE = Epithélium Olfactif

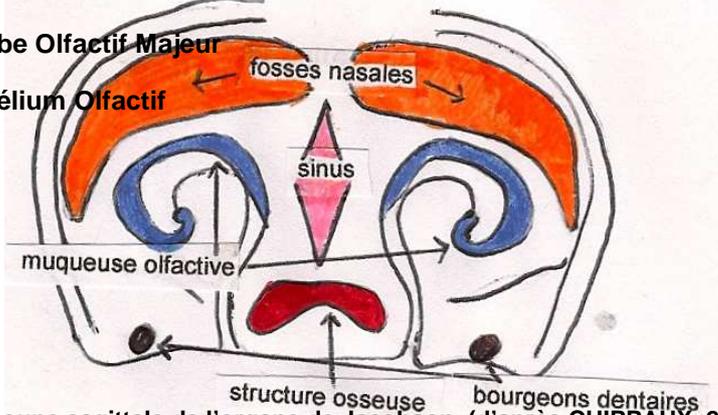


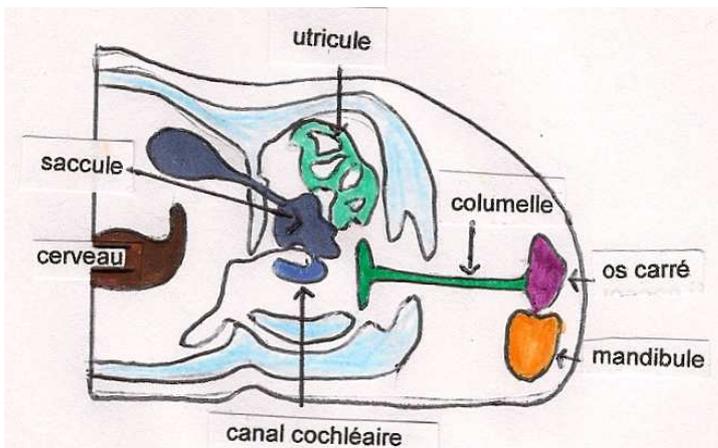
Figure 10 : coupe sagittale de l'organe de Jacobson. (d'après CHIPPAUX, 2002)

La structure interne de l'organe de Jacobson montre un sinus entouré par les muqueuses olfactives protégées par les fosses nasales de chaque côté. Un os incurvé et les bourgeons dentaires apparaissent dans le bas de la structure.

### L'ouïe

Bien que les serpents soient dépourvus d'oreille externe, des vestiges de l'ossature de l'oreille sont encore présents (figure 11). L'oreille moyenne, rudimentaire, serait seulement représentée par la columelle, remplaçant les trois osselets normalement présents dans l'oreille des mammifères et qui permettent la transmission des vibrations. La columelle serait l'équivalent de l'enclume.

Pour que le serpent détecte les vibrations, il faut donc que sa mâchoire inférieure soit en contact avec le sol, et que ces vibrations progressent via la columelle



en contact avec ces vibrations jusqu'à la mandibule et

l'os carré. Il n'y a ni trompe d'Eustache, ni tympan.

Le serpent n'entend pas au sens propre du terme mais les vibrations détectées

**Figure 11 : schéma de l'oreille interne des serpents. d'après CHIPPAUX, 2002**

Pour détecter ces vibrations, la mâchoire inférieure doit être en contact avec le sol. Les vibrations sont ensuite transmises à l'oreille interne par l'intermédiaire des mandibules, des étriers et des os carrés.

ainsi lui permettent d'analyser son environnement.

Outre le pas de leurs ennemis ou ceux de leurs proies potentielles, les serpents peuvent presque capter les infrasons dans l'air de façon certaine.

### La thermosensibilité

Certains serpents sont pourvus d'organes sensoriels qui leur sont propres, appelés « fossettes » thermosensibles ou faciales (figure 12). On les trouve chez les Boïdés, les Pythonidés et les Crotalinés. Ces fossettes permettent aux serpents de détecter des changements de température dans leur environnement.

Les boas qui en sont dotés ont des rangées de fossettes entre les écailles qui bordent leur mâchoire. Chez les Pythons, les rangées de fossettes sont situées au milieu des écailles. Les Crotalinés ont, quant à eux, une paire de fossettes situées entre les yeux et les narines.

Chez toutes les espèces, les fossettes thermosensibles sont tapissées d'une couche de cellules qui renferment de nombreux thermorécepteurs reliés au cerveau.

En se servant de ces cellules, les serpents peuvent détecter d'infimes élévations de température, tels les rayons infrarouges émis par les petits animaux à sang chaud, que sont leurs proies (même les lézards émettent une certaine chaleur, car, en s'exposant au soleil, ils élèvent leur température corporelle).

Les fossettes thermosensibles sont dirigées vers l'avant, et, en analysant les messages thermiques reçus de chaque côté de la tête, le serpent peut localiser sa proie et déterminer à quelle distance elle se trouve.

La sensibilité est de l'ordre de trois millièmes de degrés centigrades (CHIPPAUX, 2002). Cela signifie que la sensibilité thermique optimise la vision, surtout lorsque le serpent est en chasse. Il peut ainsi mordre avec précision, même dans l'obscurité totale.

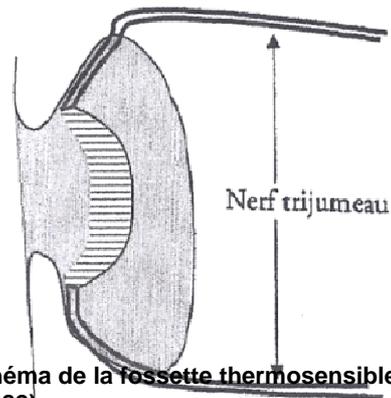
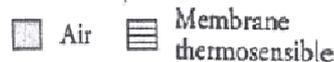


Figure 12: schéma de la fossette thermosensible d'un crotale (d'après NEWMAN et HARTLINE, 1982).



La fossette thermosensible des crotales est constituée d'une cavité obstruée par une membrane sensible à la chaleur et qui est reliée au nerf trijumeau de la face.

### Reproduction

La plupart des serpents ont un mode de vie solitaire et ne sont pas souvent en contact avec un partenaire sexuel. Pour augmenter leur chance de se reproduire, les serpents ont la capacité de retarder la fécondation après l'accouplement, les femelles pouvant mettre en réserve des spermatozoïdes.

La plupart des espèces sont ovipares, certaines sont ovovivipares, c'est-à-dire que l'incubation des œufs a lieu à l'intérieur du corps de la mère.

### Le phénomène de mue

La mue est un phénomène physiologique naturel correspondant au renouvellement complet de la peau. Chez les serpents, l'enveloppe extérieure de la peau ne grandit pas en même temps que leur corps. La mue constitue donc un phénomène très important dans la vie de l'animal.

La première mue a généralement lieu dans la première semaine qui suit la naissance puis les mues s'échelonnent au fil du temps.

Il peut y avoir jusqu'à dix mues par an, puis celles-ci deviennent de moins en moins nombreuses au fur et à mesure que le serpent grandit.

La mue, chez les serpents, s'effectue en plusieurs étapes : elle débute en général par l'écaille de la lèvre supérieure. Durant cette période, les serpents se nourrissent moins, ils sont transitoirement aveugles car ils possèdent sur l'œil une écaille transparente qui mue également et donc s'opacifie. Ils en deviennent d'autant plus fragiles et sont alors exposés aux agressions extérieures. Pendant plusieurs jours, le serpent va se débarrasser de cette peau devenue trop étroite en se frottant à des pierres ou des branchages. Ceci est facilité par la sécrétion d'un liquide qui permet un meilleur glissement de la couche cutanée superficielle sur la peau neuve. Celle-ci ensuite se kératinise. On observe alors un durcissement et un assèchement de la peau nouvellement formée. (SERPENTSDEFRANCE)

Après avoir détaillé les caractéristiques principales des serpents, leur mode de vie, leur physiologie et leurs particularités physiques, nous allons nous intéresser à leur classification. Nous nous pencherons dans un premier temps sur une classification systématique, c'est-à-dire établie selon la famille et l'espèce des serpents considérés, puis nous exposerons une classification basée sur les différents types de denture.

## PARTIE 2 : DIFFERENTES CLASSIFICATIONS DES SERPENTS

### I. Classification systématique

Les amphibènes, les serpents, les sphénodons et les lézards (figures 13, 14, 15 et 16) constituent au sein des reptiles la sous-classe des *Lepisodauria*. (CHIPPAUX, 2002)



Figure 13 :  
Photographie d'un  
amphibène



Mocassin à tête cuivrée,  
*Agkistrodon contortrix*



Figure 15 : Photographie  
d'un sphénodon



Figure 16:  
Photographie d'un  
lézard des murailles

Selon la classification actuelle (d'après la REPTILEDATABASE), la sous-classe des *Lepidosauria* est constituée de deux ordres :

#### 1. Ordre des Rhynchocephalia

Cet ordre contient deux espèces formant le seul genre (Sphenodon) de la seule famille (Sphenodontidae) du seul sous-ordre (Sphenodontida) des Rhynchocéphales actuels. Le seul représentant de cette famille est le sphénodon.

ordre des Squamata

C'est à cet ordre qu'appartiennent les serpents, les lézards et les amphibènes. En effet, ces trois groupes sont caractérisés par une peau écailleuse (du latin *squama* : écailles). Nous ne détaillerons pas plus les lézards et les amphibènes.

L'ensemble, qui nous intéresse ici, communément appelé « les Serpents », correspond au sous-ordre des Serpentes (ou *Ophidia*). Celui-ci se décompose en 8 superfamilles.

#### Super-famille des *Scolecophidia*

Il s'agit des serpents primitifs. Ils sont de très petite taille et possèdent un squelette très fragile (CHIPPAUX, 2002). Elle correspond à tous les serpents dits aveugles et compte 342 espèces.

#### Super-famille des *Aniliidae*

Il s'agit de serpents très anciens datant de 90 millions d'années. Ils peuplent aujourd'hui l'Amérique du Sud et l'Asie et ne sont aujourd'hui représentés que par 3 genres ne comportant que des espèces non venimeuses.

#### Super-famille des *Boidae*

Cette famille ne comprend aucune espèce venimeuse. (CHIPPAUX, 2002) Elle correspond aux « serpents constricteurs », dont les genres types sont les boas et les pythons. Ce groupe est constitué d'espèces de très grande taille (pouvant aller jusqu'à 10m) et réparties en Amérique latine, en Afrique (y compris Madagascar), en Asie du Sud-Est et en Australie. On y retrouve deux genres :

Genre Tropidophiidae

Genre Boidae

#### Super-famille des *Acrochordidae*

Aujourd'hui, seules trois espèces non venimeuses représentent cette super-famille. On les retrouve sur les côtes du Sud-Est asiatique et de l'archipel malais.

#### Super-famille des *Colubridae*

Cette super-famille rassemble tous les serpents dits supérieurs. Il en existe environ 2700 espèces décrites dans le monde, dont 600 sont venimeuses et potentiellement dangereuses pour l'homme.

### Super-famille des *Elapidae*

Il s'agirait des serpents les plus récents. Seuls des serpents venimeux comptent parmi ce groupe.

Les Cobras (genre *Naja*) constituent le groupe le plus connu (figure 17).

Viennent ensuite les genres *Micrurus* et *Microides* (figures 18) qui ne vivent que sur le territoire américain.



Figure 17 : cobra égyptien ou *Naja haje* (par TOUMAYAN R.)



Figure 18 : photographie de *Micrurus surinamensis* (REPTILE DATABASE)

### Super-famille des *Viperidae*

Les *Viperidae* sont probablement originaires d'Asie. Cette super-famille est composée uniquement d'espèces venimeuses. Les *Viperidae* sont totalement absents en Australie. Par contre, on trouve en Australie les *Crotalinae* et les *Viperinae*.

### Super-Famille des *Atractaspididae*

Il s'agit de serpents strictement africains ou proche orientaux. Seul un genre de cette super-famille possède un appareil venimeux de type solénoglyphe (possèdent des longs crochets mobiles reliés à la glande à venin à l'avant du maxillaire).

## II. Classification selon le type de dentures

Il existe plusieurs types de dentures qui permettent de classer les serpents de façon très distincte. Les dents des serpents sont des dents de contention, permettant

de maintenir ou d'immobiliser la proie qu'ils viennent d'ingérer. Leurs dents sont longues, pointues et orientées vers l'arrière ce qui empêche la proie, avalée entière, de s'échapper.

Ces dents trouvent leur implantation dans l'os, par la soudure de leur base sur la paroi interne des mâchoires. A l'inverse des crocodiles et des mammifères, ces dents n'ont pas de racine et certaines sont même mobiles.

L'un des caractères propres à de nombreux serpents est la grande mobilité de leur mâchoire par rapport au reste du crâne.

## 2. Deux grands types de dentures

<b>Aglyphes</b> (dépourvus de crochets)	Aglyphes
<b>Glyphodontes</b> (possèdent des crochets)	Opistoglyphes
	Protéroglyphes
	Solénoglyphes

### Aglyphes

Les serpents **aglyphes** ne possèdent pas de crochets. Leurs dents sont pleines. Ils ne possèdent pas de glandes venimeuses à l'arrière de la mâchoire supérieure.

Ils représentent la majorité des serpents et sont en général inoffensifs. C'est le cas des serpents du genre *Boa*, *Python*, *Pantherophis*...

Cependant, il faut se méfier des Boïdés ou autres serpents constricteurs qui possèdent des dents arrière acérées et dont les morsures peuvent provoquer de graves blessures. De tels serpents sont des aglyphes qualifiés d'opistodontes, c'est-à-dire qu'ils possèdent deux dents plus développées en arrière du maxillaire qui n'ont pas de sillon et ne possèdent pas de système inoculateur. Ces dents sont séparées

par un espace ou diastème (figure 19). Nous verrons plus loin, dans la partie III, que ce type de serpent peut être responsable d'envenimations sévères.

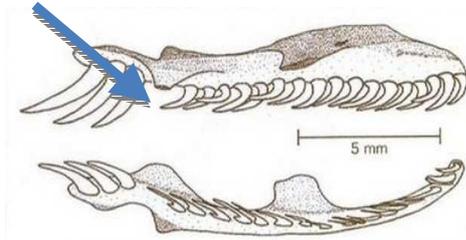


Figure 19 : maxillaire de *Thrasops flavigularis* (d'après CHIPPAUX, 2002)

### Glyphodontes

Les serpents « glyphodontes » possèdent des crochets. On en distingue trois groupes :

#### Les opistoglyphes

Les serpents **opistoglyphes** peuvent présenter des structures anatomiques variées au niveau de leur appareil venimeux. Leurs crochets venimeux sont sillonnés, parfois longs, parfois multiples (jusqu'à 5). Les opisthoglyphes ont une dent située à l'arrière de chaque moitié de la mâchoire supérieure (souvent plus grande que les autres), qui est creusée d'un canal qui facilite l'écoulement du venin. Elle est précédée de petites dents coniques, parfois pourvues d'un sillon mais jamais connectées à une glande venimeuse.

Ce type de denture est fréquent chez les *Colubridae*. On l'observe dans environ un tiers des membres de cette famille, principalement chez les espèces arboricoles (*Ahaetulla*, *Boiga*, *Chrysopelea*, *Dispholidus*, *Leptophis*, *Oxybelis*...).

D'un point de vue théorique, l'orientation très en arrière des dents réduit très fortement le risque d'envenimation pour l'homme mais les espèces du genre *Dispholidus* peuvent être responsables d'envenimations mortelles. (GUILLIN et al. 1978)

De plus, si l'animal est de grande taille, le serpent sera capable de planter ses crochets dans sa victime presque aussi aisément qu'un cobra de type protéroglyphe.

(GOYFFON and INEICH, 2009). Le serpent pourra également, et ce dans des circonstances particulières, mordre la victime de façon à faire pénétrer aisément le venin (tableau 2). Dans la partie III, vous seront présentés des exemples de morsures envenimées par ces serpents de type opistoglyphe.

#### Les protéroglyphes

Les serpents **protéroglyphes** sont les espèces qui ont un ou plusieurs crochets à l'avant des os maxillaires, correspondant aux dents antérieures de la mâchoire.

Ces crochets sont parfois suivis de dents dont la taille diminue progressivement vers l'arrière, comme chez la plupart des *Elapidae*. Le sillon peut être fermé sur une certaine longueur, mais la suture reste visible.

Il arrive que l'ouverture du canal ou sillon, permettant d'inoculer le venin, se situe au second tiers du crochet (cela les rend capables de cracher leur venin « sous pression » à une distance non négligeable). C'est ce que l'on observe chez certaines espèces de cobras (*Hemachatus haemachatus*, cobra cracheur d'Afrique du Sud et quelques espèces du genre *Naja*).

Les mambas (du genre *Dendroaspis*) portent sur leurs maxillaires un seul crochet de grande taille. Les *Elapidae* marins du genre *Emydocephalus*, qui consomment des œufs de poissons, ont curieusement perdu toute dentition à l'exception des crochets venimeux. La longueur des crochets s'étend en moyenne de 2 à 10 mm selon l'espèce. Le record étant de 15 mm pour le Cobra royal, *Opiophagus hannah*.

Ces serpents sont clairement considérés comme venimeux, puisque leur appareil venimeux est complet, c'est-à-dire avec de véritables crochets et une glande à venin. Ils n'entrent donc pas dans le cadre de notre étude actuelle.

#### Les solénoglyphes

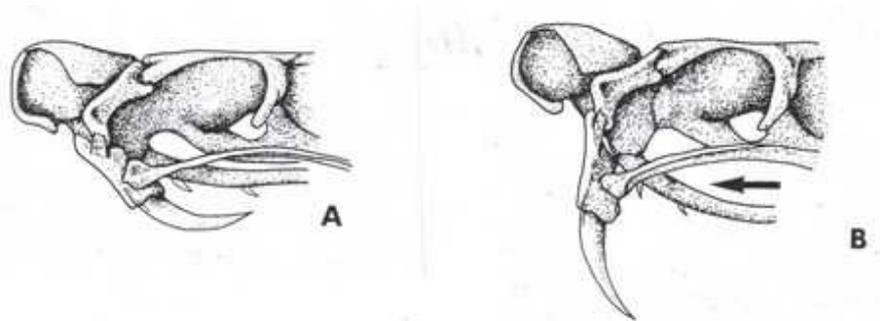
Les dentures de type **solénoglyphe** chez les serpents sont considérées comme le système d'injection de venin le plus élaboré du règne animal.

Le crochet est une dent très longue, dont le canal d'injection est clos sur toute sa longueur. De plus, l'os maxillaire auquel il se rattache, ainsi que sa dent de remplacement, est court et articulé à l'avant de la mâchoire.

La disposition du crochet et de l'os maxillaire permet une injection en profondeur du venin lorsque le serpent attaque. De plus, ces crochets se replient lorsqu'ils sont au repos et ce grâce à l'os maxillaire auquel ils sont reliés (figure 20).

Lorsque le serpent a la gueule fermée, ses crochets sont en position horizontale et ils se redressent vers l'avant lorsque le serpent attaque pour permettre l'injection du venin.

Ce type de denture est caractéristique des *Viperidae* (vipères et crotales) et se rencontre également chez certaines espèces de la famille des *Atractaspididae* (vipères fouisseuses). Certains auteurs pensent que les *Viperidae* proviendraient d'anciens protéroglyphes. Les serpents de type solénoglyphe n'entrent pas non plus dans le cadre de notre étude actuelle.



**Figure 20** : schéma montrant le crochet venimeux chez un serpent de denture solénoglyphe du genre *Vipera* : **A** : en position de repos et **B** : en position d'attaque.

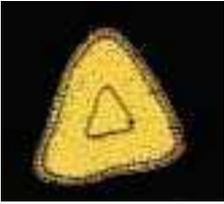
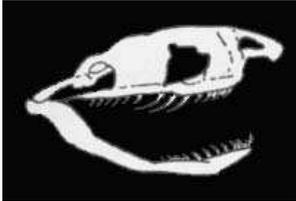
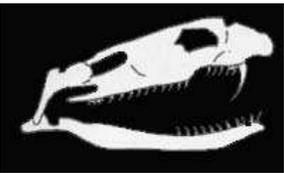
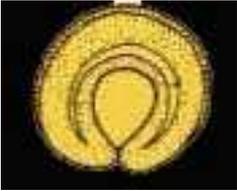
#### Tableaux comparatifs des espèces selon leur denture

Comme nous venons de le voir, la dangerosité des serpents est variable et corrélée au type de denture

Le tableau 2 ci-dessous présente les quatre types de denture et évalue la dangerosité des serpents la possédant. A la différence des protéroglyphes,

solénoglyphes et opistoglyphes, les aglyphes n'ont pas de dent différenciée, canaliculée ou sillonnée : leurs dents sont pleines (GOYFFON and INEICH, 2009).

Tableau 2 : tableau comparatif de la dangerosité pour l'homme en fonction du type de denture considéré

Type de denture	Coupe transversale de la dent	Appareil venimeux Dangerosité pour l'homme
<p><b>AGLYPHES</b></p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence de crochets à venin</li> <li>→ peu venimeux : boas et pythons dangereux par leur masse</li> </ul>
<p><b>OPISTOGLYPHES</b></p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crochets situés en arrière</li> <li>→ inoffensifs sauf en cas de morsure prolongée</li> <li>- danger lors de manipulations maladroites</li> </ul>
<p><b>PROTEROGLYPHES</b></p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crochets en avant de la gueule, creusés d'une gouttière d'où s'écoule le venin</li> <li>→ très dangereux voire mortels</li> </ul>
<p><b>SOLENOGLYPHES</b></p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Appareils inoculateurs chez les serpents à sonnette (genre <i>Crotalus</i>)</li> <li>- dents inoculantes mobiles qui basculent en arrière (genre <i>Bothrops</i>)</li> <li>→ très dangereux voire mortels.</li> </ul>

Il n'est pas toujours facile de se repérer entre la classification systématique des serpents (noms de genres et/ou d'espèce) et le type de denture qui les caractérise.

Les tableaux 3, 4, 5 et 6 donnent un aperçu comparatif des deux types de classification des serpents.

Le premier tableau (tableau 3) donne quelques exemples de serpents. Cependant, il faut distinguer ceux possédant des glandes à venin (*Dispholidus typus...*) et ceux totalement inoffensifs pour l'homme.

Tableaux comparatifs non exhaustifs des deux types de classification des serpents, en fonction de leur systématique et en fonction de leur denture

Tableau 3 : comparaison des deux types de classification des serpents, en fonction de leur systématique et en fonction de leur denture aglyphe ou opistoglyphe

Type de denture	Famille	Nom de genre	Nom d'espèce	Dénomination
<b>AGLYPHES ou OPISTOGLYPHES</b>	<b>COLUBRIDAE</b>	- <i>Boiruna</i>	- <i>maculata</i>	
		- <i>Coluber</i>	<i>viridoflavus</i>	- Couleuvre verte et jaune
		- <i>Coluber</i>	- <i>rubriceps</i>	
		- <i>Coronella</i>	- <i>austriaca</i>	- Coronelle lisse
		- <i>Dispholidus</i>	- <i>typus</i>	- Boomslang
		- <i>Hétérodon</i>	- <i>nasicus</i>	- Couleuvre à nez retroussé
		- <i>Malpolon</i>	- <i>monspessulanus</i>	- Couleuvre de Montpellier
		- <i>Natrix</i>	- <i>natrix</i>	
		- <i>Thrasops</i>	- <i>flavigularis</i>	
		- <i>Xenodon</i>	- <i>severus</i>	
		- <i>Zamenis</i>	- <i>longissimus</i>	- Couleuvre d'Esculape

Tableau 4: comparaison des deux types de classification des serpents, en fonction de leur systématique et de leur denture aglyphe

Type de denture	Famille	Nom de genre	Nom d'espèce	Dénomination
<b>AGLYPHES</b>	<b>BOIDAE</b>	- <i>Boa</i>	- <i>constrictor</i>	- Boa constricteur
		- <i>Calabaria</i>	- <i>reinhardtii</i>	- Python de Calabar
		- <i>Enectes</i>	- <i>beniensis</i>	- Anaconda de Bolivie
		- <i>Python</i>	- <i>regius</i>	- Python royal
		- <i>Rhinophis</i>	- <i>sanguineus</i>	
		- <i>Uropeltis</i>	- <i>articeps</i>	

Tableau 5 : comparaison des deux types de classification des serpents, en fonction de leur systématique et de leur denture protéroglyphe

Type de denture	Famille	Nom de genre	Nom d'espèce	Dénomination
<b>PROTEROGLYPHES</b>	<b>ELAPIDAE</b>	- <i>Acantophis</i>	- <i>antarcticus</i>	- vipère de la mort
		- <i>Dendroaspis</i>	- <i>polylepis</i>	- Mamba noir
		- <i>Micrurus</i>	- <i>alleni</i>	- serpent corail
		- <i>Naja</i>	- <i>haje</i>	- Cobra égyptien
		- <i>Notechis</i>	- <i>scutatus</i>	- Serpent-tigre
		- <i>Ophiophagus</i>	- <i>hannah</i>	- Cobra royal
		- <i>Oxyuranus</i>	- <i>microlepidotus</i>	- Taïpan du désert
	<b>HYDROPHIDAE</b>	- <i>Hydrophis</i>	<i>platurus</i>	
		- <i>Laticauda</i>	- <i>colubrina</i>	

Tableau 6 : comparaison des deux types de classification des serpents, en fonction de leur systématique emples de

Type de denture	Famille	Sous-famille	Nom de genre	Nom d'espèce	Dénomination
<b>SOLENOGLYPHES</b>	<b>VIPERIDAE</b>	<b>Vipérinés</b>	- <i>Bitis</i>	- <i>arietans</i>	- Vipère heurtante
			- <i>Causus</i>	- <i>rhombeatus</i>	- Vipère cracheuse
			- <i>Cerastes</i>	- <i>cerastes</i>	- Vipère à cornes
			- <i>Echis</i>	- <i>carinatus</i>	- Echide carénée
			- <i>Trimesurus</i>	- <i>mucrosquamatus</i>	
			- <i>Vipera</i>	- <i>aspis</i>	- Vipère aspic
			- <i>Vipera</i>	- <i>bersu</i>	- Vipère péliade
		- <i>Vipera</i>	- <i>ursinii</i>	- Vipère d'Orsini	
		<b>Crotalinés</b>	- <i>Agkistrodon</i>	- <i>piscivorus</i>	- Mocassin d'eau
			- <i>Bothrops</i>	- <i>atrox</i>	- Fer de lance
			- <i>Crotalus</i>	- <i>durissus</i>	- Cascabelle
			- <i>Sistrurius</i>	- <i>miliarius</i>	- petit serpent à sonnette

Dans cette partie, nous avons vu plus en détail les différentes classifications auxquelles pouvaient appartenir les serpents. Nous nous sommes attachés à décrire les différents types de dentures existant chez toutes les espèces et leur lien avec la dangerosité des serpents.

En résumé, les serpents aglyphes et les opistoglyphes sont considérés comme inoffensifs. Soit ils ne possèdent pas de glande, soit leur glande à venin n'est pas reliée à leurs dents. Seuls les protéroglyphes et les solénoglyphes ont une glande à venin vraie et des dents permettant l'inoculation du venin.

Dans la partie suivante, nous allons exposer quelques cas cliniques d'envenimations par des serpents dits et considérés comme non venimeux (aglyphes et opistoglyphes), en nous appuyant sur des données publiées dans la littérature scientifique.

### **PARTIE 3 : EXEMPLES DE MORSURES ENVENIMEES**

Les couleuvres, appartenant toutes à la famille des *Colubridae*, représentent la majorité des espèces de serpents vivant dans le monde. On retrouve au sein des *Colubridae* des espèces dont la fonction venimeuse varie d'une absence totale de venin, jusqu'à des taxons pouvant être responsables d'envenimations graves parfois mortelles. (CANAZZARO, 2003)

La gravité des envenimations ophidiennes a été classée selon différents grades, s'échelonnant du grade 0 au grade 4 pour le plus grave.

C'est le cas par exemple en Afrique, où existent les deux espèces les plus dangereuses pour l'homme : *Dyspholidus typus* (aussi surnommé « *Boomslang* ») et *Thelotornis capensis*. En effet, ces deux serpents opistoglyphes disposent d'une ouverture buccale large et peuvent donc utiliser leur appareil venimeux contre un prédateur même si leurs dents sont localisées très en arrière de leur gueule (CANAZZARO, 2003). Leur venin est responsable de troubles de l'hémostase.

Toutefois, les envenimations par des *Colubridae* restent rares : on invoque deux raisons à cette faible incidence de morsures. Tout d'abord, la position des crochets à l'arrière du maxillaire rend difficile l'injection de venin, et puis ces reptiles montrent un caractère le plus souvent non agressif (à l'exception du Boomslang). (DE ARAUJO and DOS SANTOS, 1997)

En Europe, une seule espèce de couleuvre doit être considérée comme venimeuse bien qu'opistoglyphe. Il s'agit de la couleuvre de Montpellier, *Malpolon monspessulanus*. Nous allons en parler dans la partie III.

## I. Envenimation par la couleuvre de Montpellier *Malpolon monspessulanus* (POMMIER, 2007)

### 3. Présentation du serpent



Classe	Reptiles
Ordre	Squamates
Famille	Colubridae
Genre	<i>Malpolon</i>
Espèce	<i>Monspessulanus</i>
Nom commun	Couleuvre de Montpellier

Figure 21 : photographie d'une jeune couleuvre de Montpellier : *Malpolon monspessulanus*. (PHILIPS, 2007)

La couleuvre de Montpellier (figure 21) est considérée comme le serpent le plus grand d'Europe. Elle peut atteindre 2,50m même si la plupart des spécimens ne dépassent pas 2m. Elle est la seule couleuvre sur le territoire français à disposer d'un venin toxique. La couleuvre de Montpellier est un serpent opistoglyphe dont l'appareil venimeux n'est pas adapté pour inoculer leur venin chez des mammifères de grande taille. En effet, cette espèce possède deux crochets situés au fond de sa gueule. C'est une espèce au comportement agressif et dont l'apparence intimidante repousse d'éventuels agresseurs. C'est la raison pour laquelle il s'agit d'un serpent rarement impliqué dans des envenimations humaines.

#### Description de la morsure

La victime est un homme âgé de 36 ans. La morsure s'est déroulée dans des circonstances bien particulières, ce qui explique qu'elle ait été suivie d'une envenimation. L'homme, herpétologiste amateur, avait ramassé le serpent, trouvé immobile sur la route. Sur le chemin du retour, le serpent est alors sorti du sac dans lequel il était et est venu mordre la victime au niveau de son pouce droit.

## Evolution clinique

Vingt minutes après la morsure, un érythème et un gonflement de la main apparaissent mais ces symptômes s'atténuent fortement après simple désinfection. Deux points de morsure apparaissent clairement au niveau du doigt atteint.

Une heure trente après la morsure, le patient voit son état général se dégrader avec une forte asthénie et une vision floue. Ces signes s'accroissent tout au long de la nuit. Le lendemain matin, un examen ophtalmologique décèle un nystagmus spontané bilatéral (mouvement d'oscillation involontaire et saccadé des deux globes oculaires), une paralysie oculomotrice avec ptosis et impossibilité d'accommodation.

Aucun autre trouble organique n'est relevé.

## Séquelles à long terme

Malgré un traitement par des larmes artificielles, une conjonctivite bilatérale se développe et les fonctions oculaires du patient ne redeviennent normales qu'au sixième jour après la morsure, la paralysie oculomotrice ayant alors disparu.

Quelques cas d'envenimations par *Malpolon monspessulanus* avaient déjà été relatés dans la littérature mais ces morsures n'avaient pas entraîné de troubles généraux comme chez ce patient. Il avait été constaté simplement des troubles locaux avec douleur et gonflement aux points de morsure.

En ce qui concerne ce patient, il s'agissait d'un homme adulte qui a été affecté par des perturbations neurologiques semblables à celles observées lors d'une envenimation vipérine.

Cependant, tous ces troubles se sont normalisés et notre victime ne présentait plus de séquelles de la morsure une semaine après l'accident.

II. Envenimation par *Thrasops flavigularis* (GOYFFON, 2005)



Figure 22 : spécimen de *Thrasops flavigularis* (col)

4. Présentation du serpent

Classe	Reptiles
Ordre	Squamates
Famille	Colubridae
Sous-famille	Colubrinae
Genre	<i>Thrasops</i>
Espèce	<i>flavigularis</i>

II

s'agit d'une espèce arboricole africaine (figure 22) qui se rencontre en République Dominicaine du Congo ( RDC), en Guinée équatoriale, dans le Sud-Est du Nigeria, dans tout le Sud et le centre du Cameroun et jusqu'au Gabon.

C'est un grand serpent qui se nourrit de rongeurs, de lézards et parfois d'oiseaux.

Cette espèce possède une denture aglyphe (c'est à dire qu'aucune de ses dents n'est modifiée pour permettre une injection efficace du venin). Nous avons choisi d'exposer ce cas car même si le serpent possède un appareil venimeux considéré comme inefficace pour injecter le venin, il est avéré qu'il y a eu malgré tout une envenimation certaine.

Description de la morsure

Le 14 Février 2004, au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, Madame D est mordue par un spécimen d'environ 1,50m et ceci pendant le nettoyage du terrarium. Le serpent a réussi à placer le pouce de sa victime au fond de sa gorge en maintenant fermement sa prise tout en la mâchouillant activement ce qui a permis à sa salive de pénétrer lentement par capillarité dans les tissus cutanés de la victime.

Le contact entre le serpent et la victime a duré environ deux minutes mais le pouce de la victime n'était dans la gorge du serpent guère plus d'une minute.

### Evolution clinique

Dans les minutes qui ont suivi la morsure, une forte sensation de brûlure au niveau de tout le pouce a été ressentie par la victime. Puis un œdème s'est rapidement constitué et est devenu rapidement extensif, s'étalant du pouce au reste de la main puis s'étendant progressivement jusqu'à l'avant-bras.

Après transfert aux urgences, Madame D reçoit durant 12h un traitement d'antihistaminiques sous perfusion. L'œdème demeure durant 24h après la morsure. Ce n'est que trois jours plus tard que l'œdème a commencé à diminuer.

Le trajet lymphatique au niveau du bras était très sensible et de vives douleurs étaient ressenties par la victime. Un hématome diffus était apparu entre le coude et l'aisselle.

Le 20 Février, soit à J+6, l'œdème s'était totalement résorbé mais l'hématome était toujours visible au niveau du pouce et du bras.

A J+9, la victime a repris ses activités professionnelles mais une légère douleur au niveau du pouce et du trajet lymphatique du bras était ressentie lors des mouvements.

### Séquelles à long terme

Madame D ne présente aucune séquelle physique de la morsure.

### III. Envenimation par *Boiruna maculata* (DOS SANTOS et al, 2002)

#### 5. Présentation du serpent



Figure 23 : spécimen adulte de *Boiruna maculata* (SAWAYA et al, 2008)

Classe	Reptiles
Ordre	Squamates
Famille	Dipsadidae
Sous-famille	Dipsadinae
Genre	<i>Boiruna</i>
Espèce	<i>Maculata</i>

Il s'agit d'une espèce opistoglyphe appartenant à la grande famille des *Colubridae* et que l'on retrouve en Amérique du Sud.

*Boiruna maculata* (figure 23) se nourrit de petits mammifères, de lézards ou d'autres serpents ; Il ne s'agit pas d'une espèce agressive.

Les spécimens peuvent atteindre 1,5m de longueur et leur couleur fonce avec l'âge. En effet, les jeunes serpents de l'espèce présentent une dominante de couleur rouge sur le dos alors que les adultes sont recouverts d'une couleur sombre et présentent un ventre gris.

#### Description de la morsure

La victime est une petite fille âgée de 18 mois et pesant 8 kg. Le serpent l'a mordue au niveau de sa cheville gauche alors qu'elle dormait dans son berceau.

L'animal est immédiatement tué et les parents de la petite fille mettent un garrot autour de son genou gauche (celui-ci sera retiré par les soignants dès l'arrivée à l'hôpital).

#### Evolution clinique

Rapidement, une réaction locale a été observée et ceci sous forme d'œdèmes, d'ecchymoses et de lésions hémorragiques au point de morsure. Le temps de coagulation est évalué à 5 min 30 s ( $3 < N < 5$ ). L'état de la victime s'améliore progressivement.

Cependant, 7h après la morsure, la petite fille se plaint de douleurs. Au niveau inguinal, les ganglions lymphatiques ont fortement grossi. On note un œdème extensif au niveau de la jambe gauche ainsi qu'une cyanose du pied et de la cheville et une température cutanée élevée aux points de morsure. Une analyse urinaire est effectuée, les fonctions vitales sont évaluées et le temps de coagulation est mesuré. Tous ces paramètres sont normaux.

On administre 200 ml d'antivenin *Bothrops* dilués dans 200 ml de solution saline. A ceci est associé un traitement symptomatique avec des analgésiques pour soulager la douleur et une hydratation glucosée.

### Séquelles à long terme

A J+ 3j, la douleur et la cyanose commencent à diminuer légèrement. L'œdème persistant au niveau de la cheville ainsi que les ecchymoses disparaissent également.

A J+ 5j, l'état de la victime s'améliore, lui permettant ainsi de rentrer à son domicile.

L'ensemble des symptômes que l'on a observé chez la victime suggère une activité protéolytique du venin. Bien que les garrots soient toujours à proscrire dans le cas d'envenimation ophidienne (car ils risquent d'aggraver les symptômes locaux et de provoquer des lésions tissulaires irréversibles), il semble qu'il n'y ait eu aucune lésion à déplorer ici, car le garrot est resté en place très peu de temps.

Ce cas d'envenimation nous montre qu'une morsure par *Boiruna maculata* est potentiellement dangereuse en particulier chez les enfants. Les connaissances sur la composition précise du venin de ce serpent ne sont pas précisément connues et il est donc erroné d'associer le rétablissement de la jeune victime à l'administration de l'antivenin *Bothrops*.

#### IV. Quelques autres cas d'envenimations

*Coluber viridoflavus* (figure 24) serait responsable d'un cas d'envenimation non fatale répertoriée par le centre anti-poison de Bordeaux. La victime était un homme âgé de vingt ans. Les symptômes furent un malaise, des vertiges, une fatigabilité, des nausées, un ptôsis, une atteinte de l'accommodation, une faiblesse musculaire au niveau de la tête et du cou et une asthénie importante (BEDRY, 1998). Cependant, cette envenimation demeure controversée, car la victime a également été contrôlée à 2,1g/L d'alcool dans le sang. Certains auteurs pensent donc que les symptômes qui sont apparus dans la soirée pourraient être dus à l'intoxication alcoolique plutôt qu'à des conséquences de la morsure. Il a cependant été montré par ailleurs, que des

serpents du même genre *Coluber* tels que *Coluber constrictor* possédaient des glandes à venin associées à un conduit à venin.



Figure 24 : photographie de *Coluber viridoflavus* (par KUBAT. J, 2008)

Il a également été rapporté dans la littérature scientifique des envenimations graves, dues à des espèces aglyphes telles que *Hydrodynastes gigas* et *Waglerophis merremii*. (CHIPPAUX, 2002)

Les morts humaines les plus anciennes et les plus célèbres sont celles de deux herpétologistes : en 1957, Karl. P Schmidt, herpétologiste américain décédé après une morsure de *Boomslang* (*Dispholidus typus*) et en 1975, Robert Mertens, herpétologiste allemand, décédé trois semaines après une morsure par un serpent liane africain (*Thelotornis kirtlandii*).

Les tableaux ci-dessous donnent un aperçu des principaux cas d'envenimations impliquant des serpents de type aglyphe (tableau 7) et de type opistoglyphe (tableau 8).

Tableau 7 : liste des principaux genres de serpents aglyphes responsables d'envenimations (d'après DAVID and INEICH, 1999 ; INEICH et al., 2006)

ESPECE	SOUS - FAMILLE	CONTINENT
<i>Thrasops sp.</i>	<i>Colubrinae</i>	Afrique
<i>Heterodon sp.</i>	<i>Xenodontinae</i>	Amérique du Nord

<i>Hydrodynastes sp.</i>	<i>Xenodontinae</i>	Amérique du Sud
<i>Leptophis sp.</i>	<i>Colubrinae</i>	Amérique latine
<i>Xenodon sp.</i>	<i>Xenodontinae</i>	Amérique du Sud
<i>Lycodon sp.</i>	<i>Colubrinae</i>	Asie
<i>Macropisthodon sp.</i>	<i>Natricinae</i>	Asie
<i>Spalerosophis sp.</i>	<i>Colubrinae</i>	Afrique, Asie

Tableau 8: liste des principaux genres ou espèces de serpents opistoglyphes responsables d'accidents sévères (d'après DAVID and INEICH, 1999 ; CHIPPAUX, 2002)

ESPECE	SOUS – FAMILLE	CONTINENT
<i>Psammophis sp.</i>	<i>Psammophiinae</i>	Afrique, Asie
<i>Toxicodryas sp.</i>	<i>Colubrinae</i>	Afrique
<i>Alsophis sp.</i>	<i>Xenodontinae</i>	Amérique
<i>Clelia sp.</i>	<i>Xenodontinae</i>	Amérique
<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	<i>Xenodontinae</i>	Amérique du Sud
<i>Oxybelis sp.</i>	<i>Colubrinae</i>	Amérique du Nord
<i>Phylodryas sp.</i>	<i>Xenodontinae</i>	Amérique
<i>Ahaetulla sp.</i>	<i>Colubrinae</i>	Asie du Sud-Est
<i>Boiga sp.</i>	<i>Colubrinae</i>	Asie, Australie
<i>Rhabdophis subminiatus</i>	<i>Natriciane</i>	Asie (Extrême – Orient)
<i>Malpolon sp.</i>	<i>Psammophiinae</i>	Europe, Afrique du Nord, Asie

La plupart des envenimations relatées ici n'ont pas causé la mort de la victime. On peut estimer que la taille des lésions observées n'excédait pas 40 cm et les signes cliniques entraînés par ces morsures n'ont pas dépassé le grade 2 (voir tableau 12 dans la partie IV).

Cependant, bien que le plus souvent considérées comme peu dangereuses, certaines espèces peuvent être à l'origine d'issues fatales ou d'envenimations majeures comme on l'a vu dans les cas d'*Hydrodynastes gigas* et de *Waglerophis merremii*. (CHIPPAUX, 2002)

Les envenimations par des *Colubridae* étant de en plus fréquentes, nous allons nous intéresser dans une quatrième partie aux propriétés venimeuses de leur salive. Nous terminerons cette partie en établissant un comparatif avec les venins eux-mêmes.

## **PARTIE 4 : GLANDE DE DUVERNOY ET VENINS**

Comme nous venons de le voir, il existe quatre types de dentures chez les serpents. Certains types sont considérés comme inoffensif du point de vue de l'envenimation (type aglyphe), d'autres sont au contraire très perfectionnés pour inoculer du venin (type solénoglyphe). Cet appareil venimeux, considéré comme complet, si et seulement s'il associe un venin et un appareil inoculateur efficace, constitue l'une des plus fascinantes caractéristiques scientifiques des espèces ophidiennes. Aujourd'hui encore, l'appareil venimeux des serpents est étudié de façon précise, afin de déterminer la structure et la fonction de ce dispositif complexe.

Chez les *Colubridae* cependant, rares sont les recherches en ce sens, car ce type de serpents a longtemps été considéré comme non dangereux. Toutefois, devant le nombre croissant d'envenimations graves causées par leur morsure, les scientifiques s'intéressent de plus en plus précisément à une glande annexe, capable finalement de synthétiser des toxines ou enzymes, la rendant ainsi assez proche d'une glande à venin. Cette glande est appelée glande de Duvernoy.

Il résulte de ces considérations que la notion de serpent venimeux *versus* serpent non venimeux est actuellement remise en question (GOYFFON and INEICH, 2009).

Par ailleurs et contrairement aux idées reçues, il n'existe pas de venin mortel en quelques minutes. Le seul risque grave dans les minutes qui suivent la morsure est le risque de choc anaphylactique, choc par allergie gravissime.

Nous allons décrire de façon précise la glande de Duvernoy, la composition de ses sécrétions et les caractéristiques qui permettent de la caractériser comme glande venimeuse.

## II. La glande de Duvernoy

### 6. Description

Il a été montré que des sécrétions toxiques de certains serpents de la famille des *Colubridae* sont produites par une glande exocrine, du nom de glande de Duvernoy, en référence à l'anatomiste français, Georges Louis Duvernoy, qui l'a mise en évidence en 1832 (figure 25). Cette glande se distingue des glandes salivaires naturellement présentes chez les Ophidiens.

L'origine et l'évolution de la glande de Duvernoy ne sont pas bien connues mais on sait qu'elle dérive des mêmes tissus embryonnaires que les glandes à venin des *Elapidae* et des *Viperidae*. (ROSENBERG, 1965)

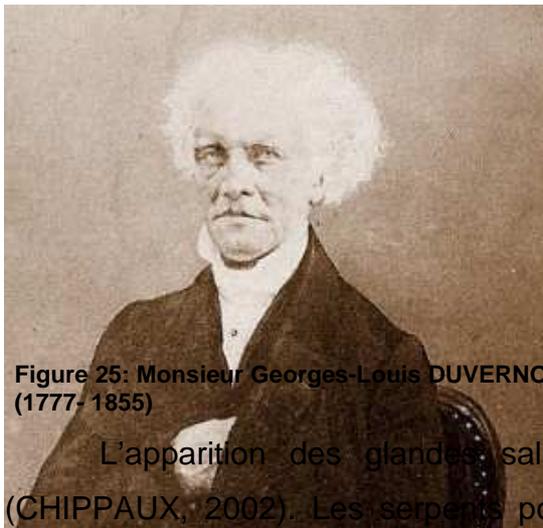


Figure 25: Monsieur Georges-Louis DUVERNOY (1777-1855)

L'apparition des glandes salivaires date d'environ 200 millions d'années (CHIPPAUX, 2002). Les serpents possèdent quatre groupes de glandes salivaires (d'après les Annales de Sciences Naturelles).

On retrouve les glandes sublinguales, les glandes sous maxillaires ou labiales inférieures, les glandes parotidiennes ou labiales supérieures et les glandes sous orbitaires.

Chez les Ophidiens, les glandes à venin dérivent des glandes parotidiennes qui se sont spécialisées.

Les venins des serpents proviendraient d'une spécialisation des sécrétions digestives, peut-être pancréatiques, certainement salivaires, assurant à l'origine la digestion des tissus. La salive a deux rôles : lubrifier les aliments et assurer une pré-digestion de ceux-ci.

Aujourd'hui, les venins possèdent des propriétés plus évoluées telles que neutraliser et immobiliser la proie ou encore la tuer à l'aide de toxines puissantes.

D'après une étude histologique fine des glandes labiales chez les *Colubridae*, la glande de Duvernoy est une glande tubulaire ramifiée et fourchue, localisée dans la région post oculaire de l'animal. Elle atteint l'angle postérieur de la bouche et s'étend dorsalement jusqu'au niveau de l'œil. Ses sécrétions sont déversées dans les dents maxillaires postérieures. Elles peuvent être de nature séreuse lorsqu'elles sont élaborées au niveau des tubules et de nature muqueuse lorsqu'elles apparaissent au niveau des cellules épithéliales qui tapissent les canaux excréteurs.

Située derrière l'œil, la glande de Duvernoy produit également une sécrétion toxique préfigurant la glande à venin. Elle ne possède pas de fonction de stockage et, chez les aglyphes, elle n'est reliée à aucune dent susceptible d'inoculer ses sécrétions. La sécrétion toxique est stockée dans les alvéoli (petites structures situées derrière les yeux de l'animal), et est éjectée par l'intermédiaire des crochets (rappelons que la morphologie des crochets va permettre ou non une injection efficace du venin, les serpents aglyphes possédant l'appareil venimeux le moins efficace car dépourvu de crochets).

Cependant, chez les *Colubridae* opistoglyphes, ces dents existent, et le sillon est placé dans le prolongement du canal efférent de la glande de Duvernoy. Par exemple, les serpents opistoglyphes du genre *Thelotornis* possèdent également d'imposants crochets postérieurs munis d'un profond sillon. Le venin de ces deux espèces est donc très toxique.

Toutefois, le mécanisme d'éjection est sensiblement différent de celui qui prévaut chez les autres serpents venimeux. (CHIPPAUX, 2002). D'une part, la glande de Duvernoy ne comporte pas de lumière importante, ce qui réduit sa capacité de stockage du venin et, d'autre part, aucun muscle n'est directement associé à la glande.

Chez les protéroglyphes et les solénoglyphes, les glandes labiales se distinguent de la glande à venin, qui peut occuper un espace généralement important. Chez certaines espèces, cette glande à venin peut s'étendre dans le corps du serpent : c'est ainsi le cas du genre *Maticora*, dont la glande venimeuse peut s'étendre sur le quart du corps du serpent.

Chez les « couleuvres », les glandes salivaires supralabiales sont constituées de glandes supralabiales à prédominance muqueuse (ce sont des glandes purement salivaires) et d'une glande de Duvernoy à prédominance séreuse. (VIDAL, 2002)

#### Fonction de la glande de Duvernoy

Bien que les scientifiques aient étudié la glande de Duvernoy à différents niveaux, et ce depuis une dizaine d'années, ses fonctions ne sont pas encore vraiment connues aujourd'hui.

Les chercheurs évoquent différents rôles que pourraient exercer les sécrétions de cette glande : lubrification des proies, hygiène de la bouche et anti bactéricide, anti putréfaction, digestion ou encore détoxification (KARDONG, 1982). Même l'importance des sécrétions de cette glande dans la capture des proies, notamment dans l'immobilisation des proies pour éviter les blessures du serpent, est encore incertaine.

#### Propriétés venimeuses de la sécrétion de la glande de Duvernoy

Parmi les poisons de nature authentiquement animale figurent les venins. Ce terme s'applique uniquement aux poisons qui représentent pour les animaux des armes d'attaque ou de défense.

Cette définition implique que les venins doivent être injectés, ou tout au moins rejetés dans le milieu extérieur. Les venins sont des mélanges complexes de peptides ayant une activité toxique et/ou enzymatique. (CLAPSON. 2008)

Chez les serpents, le venin est produit par les glandes parotides, glandes salivaires qui se sont modifiées au cours de l'évolution (CHIPPAUX, 2002). Tous les serpents possèdent des glandes labiales supérieures. Chez les *Colubridae*, les parties supérieures de la glande labiale ont acquis une structure distincte appelée glande de Duvernoy. Les *Colubridae* présentent une grande variété de genres et d'espèces diverses. La différenciation des glandes labiales a probablement précédé la spécialisation des dents.

Chez les autres animaux, ces glandes ne se sont pas spécialisées et sécrètent la salive (grenouilles, varans, iguanes).

Au début du XXème siècle, Marie Phisalix, spécialiste des animaux venimeux et des venins, a été la première à s'intéresser et à analyser la salive parotidienne des *Colubridae*. Avec l'aide de son mari, elle a ainsi observé sur divers petits animaux les effets de la morsure de quelques *Colubridae* ou les effets de l'inoculation de salive. Ainsi, elle a pu caractériser précisément les composants présents dans cette sécrétion et l'activité protéolytique qu'ils possédaient. Elle en a conclu que la salive des *Colubridae* pouvait être considérée comme venimeuse. (PHISALIX, 1918)

Depuis, différentes expériences ont été réalisées sur des animaux afin d'explorer précisément la venimosité des sécrétions de la glande de Duvernoy : sur des animaux comme le pigeon ou le lapin (FONTANA, 1996), il a été montré que ces sécrétions induisaient des cas sévères de paralysie motrice. Le serpent dont on a extrait les sécrétions est le *Dryadophis bifossatus*. Il s'agit d'une espèce dont les sécrétions sont très toxiques.

Des travaux récents sur les propriétés biologiques des sécrétions produites par la glande de Duvernoy (chez des opistoglyphes et/ou des aglyphes), ont confirmé qu'elles pouvaient être hautement toxiques, au même titre que le venin caractérisé des *Elapidae* et des *Viperidae* (CHIPPAUX, 2002).

De plus, selon l'espèce considérée, la glande de Duvernoy varie en taille, en volume et en type de structure histologique. La glande de Duvernoy la plus imposante et probablement la plus efficace, est rencontrée chez *Dispholidus typus* ou *Boomslang* (figure 26 et 27).



Figure 26 : Crochets d'un serpent opistoglyphe, *Dyspholidus typus* (par TOUMAYAN, R)



Figure 27 : *Dyspholidus typus*

Le Boomslang est un serpent opistoglyphe (figure 26) et mesure environ un mètre cinquante. Il vit du Sénégal à l'Afrique australe et se nourrit surtout d'oiseaux, de lézards et de petits mammifères. Il est très agressif et fait face à ses ennemis en gonflant le cou et la partie antérieure du corps.

Chez les *Colubridae*, on a montré qu'il existait une glande annexe, la glande de Duvernoy qui correspond à une glande salivaire modifiée présente chez la majorité des couleuvres. Nous allons découvrir qu'il existe une similitude entre les sécrétions de la glande de Duvernoy et les glandes à venin connues.

Nous allons voir maintenant de manière plus précise la composition des sécrétions de la glande de Duvernoy chez les serpents aglyphes et opistoglyphes responsables des envenimations décrites dans la littérature. En effet, il a été prouvé par diverses expériences que ses sécrétions étaient venimeuses.

#### Composition de la sécrétion glandulaire

Dans la cavité buccale des serpents, se trouve donc la glande de Duvernoy, à côté de vraies glandes salivaires supralabiales. Ces dernières sont des glandes muqueuses, sécrétant un liquide visqueux riche en muco-polysaccharides et pauvres en protéines (HILL et MACKESSY, 2000). La glande de Duvernoy est quant à elle, une glande exocrine séreuse sécrétant un produit riche en sels et en protéines.

Le venin proprement dit, est composé quant à lui, de centaines de milliers de protéines et d'enzymes différents, ayant toutes des propriétés particulières, certaines

pouvant bloquer le système cardiaque de la proie, d'autres pouvant augmenter la perméabilité des tissus et ainsi faciliter l'entrée du venin, d'autres encore agissant sur le système musculaire ou le système nerveux.

La composition des venins va influencer sur la nature des symptômes et leur gravité. En effet, plus la quantité de venin injectée sera grande, plus les signes cliniques observés seront importants.

Tous les composants du venin ont pu être analysés de façon précise au fil du temps grâce au développement de matériel de pointe permettant une recherche approfondie de chaque molécule le constituant.

On distingue les enzymes (en quantité importante dans le venin des *Viperidae*), dont la toxicité aiguë est faible, et les toxines responsables des principaux effets pharmacologiques observés lors des morsures. (CHIPPAUX, 2002)

Nous allons comparer les compositions de ces deux types de sécrétion : la sécrétion de la glande de Duvernoy et le venin proprement dit.

#### Composition en protéines et activité protéolytique

En ce qui concerne les sécrétions de la glande de Duvernoy, des expériences, réalisées sur les sécrétions de certains *Colubridae*, ont permis de caractériser les constituants de leurs sécrétions. De manière générale, il a été montré que la sécrétion liquide contenait presque 15% de protéines et possédait une faible activité protéolytique.

Quant aux venins, leur composition quantitative est différente en fonction des espèces. Elle variait de 7 à 20 protéines (de 3,5 à 200 kDa). Par exemple, un composant de 3,5 kDa, retrouvé dans le venin de *Tantilla nigriceps*, a montré des similitudes avec le facteur de croissance endothéliale retrouvé dans les cellules humaines.

Lors d'une autre expérience, les sécrétions sur douze espèces de *Colubridae* aglyphes ont été étudiées. Ces expériences ont été réalisées sur différents animaux : cobayes, rongeurs, oiseaux, ou encore lézards. Ces animaux ont reçu par voie intraveineuse une dose définie de sécrétions isolées à partir de la glande parotidienne des serpents (les *Colubridae* aglyphes, tels que *Zamenis gemonensis* ou encore *Zamenis hippocrepis*, possèdent une glande parotidienne massive).

La glande était broyée et la pulpe obtenue était ajoutée à une petite quantité d'eau distillée. Après une demi-heure de contact, le mélange était filtré sur du papier. Le liquide obtenu est généralement incolore, visqueux, neutre et légèrement alcalin sur du papier tournesol. C'est ce liquide qui est doué de propriétés venimeuses.

L'Annexe 1 montre un tableau récapitulatif des résultats obtenus lors de ces expérimentations. Il a été montré que quelque soit l'espèce de serpent incriminée ou l'espèce à laquelle on injectait le venin, dans tous les cas, la victime succombait à la morsure dans un délai qui pouvait varier de trente minutes à 24 heures. Les expériences montraient une paralysie progressive du corps de l'animal puis survenait un arrêt respiratoire suivi d'un arrêt cardiaque.

Une importante étude (Annexe 2), menée sur 12 espèces de *Colubridae*. opistoglyphes (espèces dont les crochets sillonnés sont en position postérieure et orientée vers l'arrière), avait pour objectif de caractériser les composants du venin extrait de la glande de Duvernoy (HILL et MACKESSY, 2000). La salive et le venin de chaque espèce de serpent ont été étudiés séparément et leur composition était distincte aussi bien au niveau quantitatif que qualitatif. Ces travaux ont été réalisés par électrophorèse en gel de polyacrylamide contenant du dodécyl-sulfate de sodium (= SDS-PAGE). Cette technique consiste à faire migrer des protéines dénaturées et chargées négativement sous l'influence d'un champ électrique. Leur migration, et donc leur séparation, ne se fera que sous l'effet de leur poids moléculaire.

Il a été observé que la concentration en protéines dans les venins était beaucoup plus importante que celle dans la salive. On en déduit une activité protéolytique importante des venins.

Les venins de deux serpents aglyphes, *Tiphlopidae.lambda* et *Hydrodynastes.gigas* ont montré après expérience par électrophorèse, une composition complexe en protéines.

#### Activité protéasique

Les activités protéasiques, PLA2 et phosphodiésterasiques sont communes aux venins des *Elapidae* et des *Viperidae*.

Notons qu'aucun venin ne présente d'activité kalikrein-like, de hyaluronidase ou encore d'activité identique à celle de la thrombine (protéine qui intervient dans la coagulation).

De manière générale, les phospholipases hydrolysent les phospholipides libres ou membranaires en acides gras et en lysophospholipides. Selon le type de phospholipide hydrolysé, on parlera de phospholipases A1, A2, C ou D. Ces phospholipases, également retrouvées dans les venins des Elapidae, peuvent intervenir sur différents systèmes physiologiques comme la transmission neuromusculaire, l'hémostase ou encore la réaction inflammatoire (CHIPPAUX, 2002).

Dans les venins, il en existe deux grands types : les sérine-protéases et les métallo-protéases (aussi appelées hémorragines). On retrouve les protéases en grande quantité dans le venin des *Viperidae*.

#### Activité hémostatique

*Dispholidus typus* et *Thelotornis sp* ainsi que *Rhabdophis tigrinus* et *Rhabdophis subminiata* ont été particulièrement étudiés en raison de la forte toxicité de leur sécrétion (seule celle de *R.tigrinus* a une toxicité plus modérée voire faible) et par l'importance médicale que celle-ci pouvait représenter (WEINSTEIN and KADONG, 1994). Ces espèces produisent des sécrétions ayant une forte activité d'activation de la prothrombine, de défibrination et un potentiel hémorragique important.

Il a été observé également la présence d'une phospholipase A2, d'une phosphodiesterase, communes dans de nombreux venins, et d'une activité hémolytique semblable à l'activité thrombinique.

#### Activité neurotoxique et myotoxique

Une activité neurotoxique, liée à la présence de neurotoxine à action présynaptique, n'a été reportée que dans le cas des espèces opistoglyphes *Boiga blandingi* (figure 28) et *B.irregularis* (figure 29) (BROADERS, 1996) ainsi que chez l'espèce aglyphe *Heterodon platyrhinos*.

Ces sécrétions contiennent des enzymes telles que les phospholipases.

A l'examen microscopique, on a observé une nécrose et une dégénérescence des fibres musculaires chez les souris ayant succombée à l'injection (la DL50 d'une souris est de 10,33mg/kg).

On retrouve une hyaluronidase dans la plupart des venins quelle soit l'espèce. Elle est responsable de l'hydrolyse des mucopolysaccharides du tissu conjonctif. Elle serait donc responsable de la diffusion du venin dans l'organisme de la proie par désorganisation des tissus.



Figure 28 : photographie de *Boiga blandingi* (par TOUMAYAN R)



Figure 29 : photographie de *Boiga irregularis* (par TOUMAYAN. R)

Chez *Boiga irregularis*, la sécrétion de la glande de Duvernoy possède un pouvoir de toxicité important car elle peut contenir des fractions possédant une activité myotoxique. Celle-ci est portée par des toxines capables de se fixer sur les canaux ioniques des cellules musculaires et de provoquer leur nécrose. Aussi, de récentes observations ont montré que des envenimations chez des enfants de bas âge ou des adolescents peuvent représenter un réel danger.

On a étudié les propriétés au niveau neuromusculaire que pouvaient avoir les extraits de la glande de Duvernoy. Le muscle a été indirectement stimulé grâce à de fortes pulsations grâce à la mise en présence d'acétylcholine. L'acétylcholine est le principal médiateur chimique de l'influx nerveux chez les vertébrés. Elle transforme l'acétylcholine en acide acétique et en choline.

Une stimulation directe a été effectuée par une préparation curarisante. L'extrait a bloqué de façon irréversible, en l'inhibant, la contraction du muscle digastrique. Les fibrillations révélées directement au niveau du muscle n'avaient quant à elles pas disparu.

Ces résultats montrent que les neurotoxines présentes dans le venin interagissent avec le plateau de récepteurs cholinergiques. Elles inactivent les récepteurs à l'acétylcholine au niveau de la plaque motrice. On a montré également la présence d'une acétylcholinestérase dans les sécrétions de la glande de Duvernoy de *B.dendrophila* et *B.blandingi*. (BROADERS. 1997).

Une acétylcholinestérase a déjà été retrouvée dans le venin des *Elapidae* (à l'exception du genre *Dendroaspis* (TAN and PONNUDURAI, 1991) mais jamais elle n'avait été observée chez les *Viperidae* et les *Colubridae*.

En cas d'envenimation par *Malpolon monspessulanus*, *Boiga irregularis*, *Boiga blandingi* ou *Heterodon platyrhinos*, la symptomatologie est principalement neurologique : atteinte des nerfs crâniens, troubles respiratoires, asthénie voire somnolence. Ces troubles persistent de 2 à 6 jours.

Dans les venins, les chercheurs ont isolé des composants qui n'ont pas été retrouvés dans sécrétions de la glande de Duvernoy : on y retrouve des endonucléases, des exonucléases, des phosphodiesterases ou encore des phosphomonoesterases. Chacune de ces enzymes possède ses spécificités propres et hydrolysent les liaisons acides nucléiques en différents endroits.

Le tropisme des toxines présentes dans le venin peut être neurologique, cardiovasculaire, musculaire ou indifférencié selon la distribution anatomique des récepteurs reconnus. Les toxines sont souvent plus petites et de poids moléculaire inférieur aux enzymes. Les neurotoxines sont des toxines curarisantes qui bloquent la transmission de l'influx nerveux.

Certains autres composants, ne sont retrouvés uniquement que dans les venins :

- Les cytotoxines ou cardiotoxines sont responsables de la dépolarisation rapide et irréversible de la membrane cellulaire qui conduisent à la lyse cellulaire.
- Les fasciculines sont des inhibiteurs de l'acétylcholinestérase et s'opposent à la régulation physiologique de la transmission de l'influx nerveux.
- Les sarafotoxines sont de puissants vasodilatateurs.
- Les désintégrines inhibent les intégrines, protéines transmembranaires permettant le transfert des messages extracellulaires vers le cytoplasme.

#### Signes cliniques entraînés par la morsure

L'envenimation correspond à l'ensemble des manifestations locales et régionales induites par la pénétration dans l'organisme du venin injecté par le serpent.

Les venins possèdent des enzymes particulières qui leur confèrent des propriétés biologiques responsables de troubles plus ou moins sévères chez la victime envenimée. Ajoutons que la grande diversité de composition des venins en fait une source importante et très vaste de remèdes.

Le type et la quantité de venin inoculée conditionnent le délai d'apparition des symptômes. C'est la quantité de venin injectée et l'espèce de serpent mise en cause qui va déterminer ce délai d'apparition. Le choc anaphylactique n'est pas dose dépendant. Les glandes à venin étant très souvent non pleines au moment de l'envenimation, ceci explique le pourcentage relativement faible de décès suite à la morsure, moins de 5%.

Les signes systémiques dépendent du tropisme des toxines présentes dans le venin dont la plupart sont des enzymes protéolytiques. Le degré de sévérité de l'envenimation est classé selon 4 grades (tableau 9) en fonction des signes cliniques que présente le patient. Toute envenimation par un serpent nécessite une évaluation médicale et une surveillance dans un service d'urgence et ce quelque soit le profil du patient ou l'espèce de serpent concernée.

**Tableau 9: gradation clinique des morsures et des envenimations vipérines** (d'après AUDEBERT et al, 1992)

GRADES	SYMPTOMES CLINIQUES OBSERVES
<b>0 – « morsure blanche »</b>	Rougeur et œdème autour de la morsure d'une taille inférieure à 2,5 cm
<b>1 - mineur</b>	Rougeur et œdème atteignant une taille de 2,5 à 15 cm

<b>2 - modéré</b>	Taille de la lésion qui s'étend de 15 à 40 cm et signes cliniques modérés
<b>3 - sévère</b>	Taille de la lésion qui dépasse 40 cm et signes cliniques généraux significatifs
<b>4 – très sévère</b>	Symptômes cliniques sévères avec choc et/ ou coma

Nous venons de comparer les venins et les sécrétions de la glande de Duvernoy. Suite aux similitudes de ces deux types de sécrétions, nous pouvons ainsi en déduire le caractère toxique de la sécrétion de la glande de Duvernoy.

En reprenant la définition donnée par Marie Phisalix, tous les serpents possédant une glande buccale à sécrétion toxique sont considérés comme venimeux, et ceci quelque soit leur type de denture. Nous avons vu en effet dans les parties précédentes que bon nombre de serpents « non venimeux » pouvaient être responsables de morsures envenimées très sévères.

D'après une étude menée sur plus de cent espèces de serpents (FRY et al, 2008), il n'y a pas lieu de faire la différence entre glandes venimeuses et glandes de Duvernoy, et qu'en dépit de certaines variantes histologiques (glandes séro-muqueuses ou glandes muqueuses), la glande de Duvernoy est une véritable glande venimeuse.

Cependant, la composition et les effets des venins des serpents possédant une glande de Duvernoy sont très mal connus ou même ignorés, et par conséquence, les envenimations peu sévères par ces serpents ne seront notées qu'à titre anecdotique. (GOYFFON, 2009). Jusqu'à aujourd'hui, les recherches sur l'appareil venimeux des *Colubridae* demeuraient relativement rares. La composition précise de leur venin était peu connue et les scientifiques étudient aujourd'hui de façon plus précise et grâce à des technologies de pointe les constituants de leurs sécrétions toxiques.



## CONCLUSION

Chez les serpents, le type de dentures est la principale caractéristique qui permet de les différencier. Quatre types de dentures maxillaires sont reconnus : les serpents aglyphes, les serpents opistoglyphes, les serpents protéroglyphes et les serpents solénoglyphes (dont l'appareil inoculateur est le plus évolué). En fonction de leur morphologie, certains types peuvent faciliter la pénétration des sécrétions dans la plaie durant la morsure. Jusqu'à ce jour, la dangerosité des serpents était basée sur la présence ou non d'un appareil inoculateur armé de crochets.

Cependant, nous avons vu que la notion de serpent venimeux opposée à celle de serpent non venimeux, est aujourd'hui remise en question : le terme non venimeux que l'on attribuait aux couleuvres n'est aujourd'hui plus approprié. En effet, les morsures humaines par des *Colubridae* opistoglyphes suivies d'envenimations sévères ou de mort, sont connues depuis plus d'un demi-siècle et ne cessent de s'accroître. (GOYFFON, 2009). Nous avons observé également que ces *Colubridae* possédaient une glande annexe des glandes salivaires, nommée « glande de Duvernoy ». Cette glande sécrète un liquide ayant des propriétés venimeuses que les recherches scientifiques ont clairement prouvées. Ses sécrétions peuvent être assimilées à un véritable venin responsable de signes cliniques sévères, ces derniers étant même parfois trop invasifs pour le patient, sans possibilité de prise en charge médicale adaptée, et entraînant la mort.

Le danger des morsures par des serpents considérés comme des couleuvres inoffensives du fait de l'absence de crochets venimeux (serpents aglyphes) et de glandes venimeuses typiques ne doit donc pas être sous-estimé. Les expériences réalisées sur les animaux et les divers cas d'envenimations relatés dans la littérature scientifique, ont ainsi permis de mieux comprendre le mécanisme d'action du venin sécrété par la glande de Duvernoy. C'est pourquoi les chercheurs affirment aujourd'hui que la glande de Duvernoy est considérée comme homologue à une glande à venin vraie.

Nous avons constaté que les compositions des venins proprement dits et des sécrétions de la glande de Duvernoy possédaient des similitudes notamment au

niveau des activités protéasiques et myotoxiques provoquant chez la victime des effets cliniques notables et parfois gravissimes.

L'attitude des populations à travers le monde est très différente à l'égard des serpents.

En Afrique par exemple, comme nous l'avons dit en introduction, la plupart du temps, aucun soin n'est apporté aux victimes envenimées, faute d'approvisionnement ou d'accès aux soins. L'attitude habituelle des africains est essentiellement défensive. Les serpents rencontrés se montrent donc agressifs et de ce fait sont le plus souvent tués.

L'Inde, quant à elle, possède la mortalité par morsures de serpents la plus élevée dans le monde. Malgré une offre de soins plus importante, le nombre de victimes ne cesse de s'accroître, la plupart étant attribuées à des morsures par la vipère *Daboia russelli*. Cependant, certaines populations indiennes vouent toujours un culte à cet animal.

La situation a beaucoup changé en Europe, d'une part parce que les serpents y sont moins nombreux et globalement moins dangereux, et d'autre part, parce que le lien entre l'homme et le monde animal est très différent. En France aujourd'hui, la disparition des milieux naturels et le développement des activités humaines représentent une menace de plus en plus sérieuse pour les animaux sauvages en général et ne donnent plus guère aux hommes l'occasion d'observer plus particulièrement les serpents dans leur habitat. Or, nous savons maintenant quelle est l'urgence de la sauvegarde des espèces pour préserver la biodiversité.

C'est la raison pour laquelle, les serpents français sont protégés au niveau de la loi. C'est **l'arrêté du 19 novembre 2007** (Annexe 3) qui fixe la liste des reptiles et des amphibiens protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (LEGIFRANCE).

Les mentalités des populations évoluent. En effet, la méfiance naturelle qui pouvait exister à l'égard des animaux exotiques, et plus particulièrement des serpents disparaît peu à peu.

C'est la raison pour laquelle on a vu apparaître un nouveau type d'animaux de compagnie désignés sous le nom de NAC (Nouveaux Animaux de Compagnie) qui regroupent un très grand nombre d'espèces très diversifiées et parfois inattendues : on y retrouve des rongeurs, des poissons, des amphibiens, des insectes, des araignées, des fennecs ou des singes et surtout des serpents sauvages. Cependant,

l'élevage de ces animaux réclame des connaissances scientifiques importantes et nombre de particuliers s'improvisent éleveurs sans connaître les besoins réels de leur animal. C'est pour cette raison que des morsures qualifiées d'illégitimes ont depuis quelques années fait leur apparition en France. Il s'agit toujours d'une erreur de manipulation ou d'appréciation. Selon une statistique faite en France, le risque est d'environ 0,25 accidents par année et par personne, c'est-à-dire une morsure tous les 4 ans. Le risque est identique dans les élevages amateurs et professionnels. Il serait donc indispensable aujourd'hui de réfléchir de façon précise et approfondie à la cohabitation homme-serpent.

La détention légale de serpents venimeux fait l'objet de restrictions sévères limitant ainsi grandement leur commerce ou leur présentation au public. (GOYFFON, 2005). Cependant, les couleuvres aglyphes, considérées comme inoffensives pour l'homme, ont une réglementation de détention moins surveillée (GOYFFON, 2005). Cette réglementation doit aujourd'hui être reconsidérée car les scientifiques ont clairement prouvé que ces espèces pouvaient être responsables de morsures envenimées non sans gravité pour la victime.

Les morsures de serpents représentent donc aujourd'hui un problème de santé publique significatif qui doit devenir une priorité pour les organisations de santé dans le monde.

## ANNEXES

ANNEXE 1 : Tableaux récapitulatif des résultats des expériences réalisées par M. PHISALIX (1918) sur les *Colubridae* aglyphes

Animal testé	<i>Zamenis gemonensis</i>
Cobaye (350 à 500g)	<p>Quantité injectée : extrait de deux glandes de 20 à 22 mg :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T+10 min : parésie du train postérieur du corps, paralysie et accidents respiratoires, hypersécrétion nasale</li> <li>- Mort par arrêt respiratoire (à T+1h30 si injection intra-péritonéale et à T+ 3h si injection sous-cutanée)</li> <li>- l'autopsie montre un œdème sous cutané hémorragique au point d'inoculation, une coloration violacée de la peau, une vive congestion des vaisseaux de l'intestin grêle et des hémorragies sur les parois de l'intestin.</li> </ul>

Animal testé	<i>Tropidonotus Piscator</i>
Petits rongeurs (environ 100g)	<p>Quantité injectée : extrait de 2 glandes de 72 mg à l'état frais pour les 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T+30s : animal agité, tremblements des membres, oreilles qui frémissent.</li> <li>- récupération progressive à la normale.</li> <li>- mort de l'animal dans la nuit qui suit.</li> <li>- l'autopsie ne montre pas de lésions macroscopiques</li> </ul>
Oiseaux	<p>Quantité injectée : extrait d'une glande de 19 mg à l'état frais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T+30s immobilisation immédiate, l'animal reste debout sur ses pattes</li> <li>- T+10 min : stupeur et faiblesse musculaire avec troubles de la respiration</li> <li>- l'oiseau s'affaisse, respiration haletante</li> <li>- Accidents paralytiques nombreux, muscles de la nuque bloqués, hoquets, soubresauts convulsifs</li> <li>- T+22 min : mort de l'animal</li> <li>- l'autopsie montre des poumons congestionnés et un arrêt cardiaque</li> </ul>

Animal testé	<i>Helicops Schitosus</i>
Petits rongeurs	<p>Quantité injectée: dose correspondant à 20 mg de glande à l'état frais.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T0 à T+1h30 min: période de stupeur</li> <li>- T+1h30 min: affaissement musculaire et accélération respiratoire puis retour à la normale et disparition des symptômes.</li> </ul>

(environ 100g)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matin suivant: animal immobile et dans un état de stupeur. Il répond encore aux excitations ; puis les troubles respiratoires s'accroissent</li> <li>- Milieu de la matinée: les réflexes s'affaiblissent et toute la région postérieure est paralysée</li> <li>- Respiration difficile, hoquet puis mort par arrêt respiratoire</li> <li>- l'autopsie montre un arrêt cardiaque avec des gros vaisseaux remplis de sang noir. Au point d'injection, on remarque une infiltration gélatineuse et hémorragique.</li> </ul>
Oiseaux	<p>Quantité injectée: extrait d'une glande de 1 mg à l'état frais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T+30s: douleur intense suivie d'une phase d'excitation puis faiblesse musculaire.</li> </ul> <p>Puis énervement, agressivité accompagnée de troubles de la respiration (dyspnée, mouvements du bec, trémulation des ailes)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T+ 2h15 min: paralysie croissante de tous les muscles puis arrêt de la respiration</li> <li>- l'autopsie montre des poumons congestionnés, recouverts d'ecchymoses, un cœur battant à vide, de façon très incoordonnée. Le lieu d'inoculation au niveau pectoral est infiltré d'un liquide visqueux et hémorragique.</li> </ul>
Lézard (53g)	<p>Quantité injectée: dose correspondant à 53 mg de glandes à l'état frais.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T0 à T+ 30 min: absence de troubles</li> <li>- T+ quelques heures: animal inerte. mouvements respiratoires ralentis (intervalles réguliers de 90 s)</li> <li>- T+5h: arrêt cardiaque</li> <li>- l'autopsie montre un cœur exsangue, immobile et des poumons fortement congestionnés.</li> </ul>

## ANNEXE 2 : Tableaux de résultats expérimentaux

### Expériences de HILL R.E et MACKESSY S.P

Tableau 10 : tableau détaillant les différentes espèces dont le venin a été étudié

Nom de l'espèce	Sous-famille	Localisation
1. <i>Amphiesma stolata</i>	Natricinae	Inde, Chine, Indochine
2. <i>Boiga cynea</i>	Colubrinae	Nord de l'Inde, Indochine, Chine, Thaïlande
3a. <i>Boiga dendrophila</i> 3b. <i>Boiga irregularis</i>	Colubrinae Colubrinae	Thaïlande, Malaisie, Philippines, Nouvelle-Guinée, île de Guam, Australie
4. <i>Diadophis punctatus regalis</i>	Natricinae	USA : Arizona, Nouveau-Mexique,
5 <i>Heterodon nasicus kennerlyi</i>	Xenodontinae	USA : Sud Est de l'Arizona, Sud-Ouest du Nouveau Mexique, Sud du Texas
6. <i>Heterodon nasicus nasicus</i>	Xenodontinae	USA
7a. <i>Hydrodynastes gigas</i> 7b. <i>Hypsiglena torquata texana</i>	Xenodontinae Xenodontinae	Amérique du Sud, bassin de l'Amazone
8. <i>Salvadora grahamiae</i>	Colubrinae	USA : Arizona, Nouveau-Mexique, Texas, Mexique
9. <i>Tantilla nigriceps</i>	Xenodontinae	USA : grandes plaines, Nord et Centre du Mexique
10. <i>Thamnophis elegans vagrans</i>	Natricinae	Ouest des USA
11. <i>Trimorphodon biscutatus lambda</i>	Colubrinae	Sud-Ouest des USA, Ouest du Mexique
12. <i>Pituophis melanoleucus sayi</i>	Colubrinae	USA : grandes plaines Nord-est du Mexique

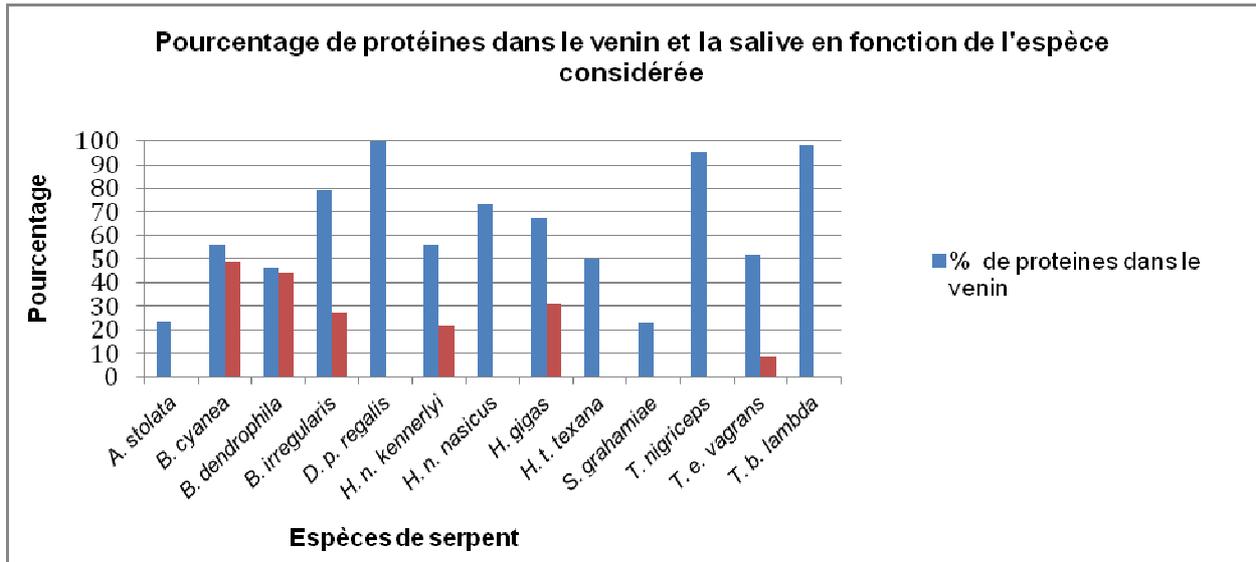


Figure 30 : graphique comparant les compositions protéiques dans le venin et dans la salive des serpents  
 Tableau 11 : tableau comparatif des espèces de serpents et des activités enzymatiques présentes dans leur venin

Type d'activité enzymatique	Protéasique	Phospholipase A2 (PLA2)	Acétylcholinestérase VENIN et SALIVE	Phosphodiesterase (faible) VENIN
Espèce de serpents	A.stolata H.gigas T.vagrans	<b>VENIN</b> T. lambda B.dendrophila D.regalis	B. dendrophila	A. stolata D. regalis H.kemmerlyi H.nasicus T. vagrans
		<b>SALIVE</b> B.dendrophila H. nasicus		

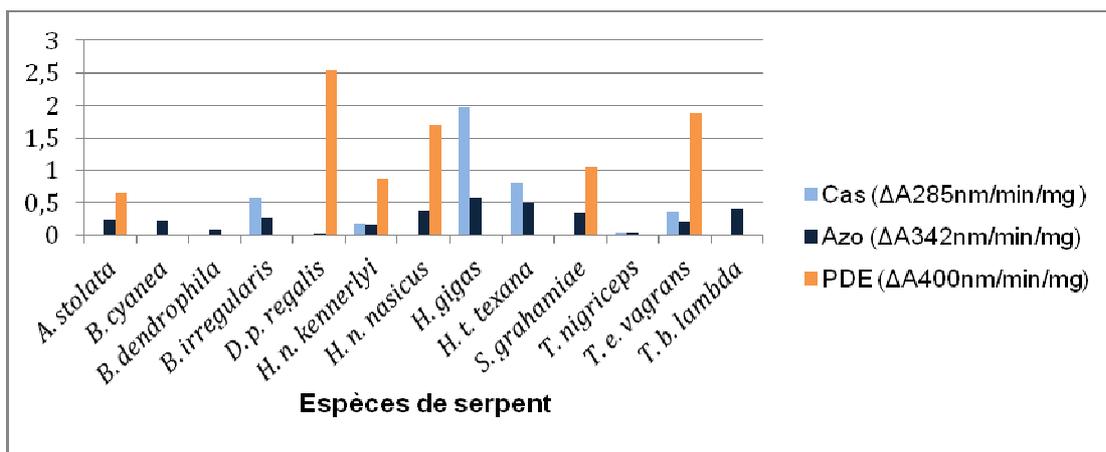


Figure 31 : graphique représentant l'activité de la Caséine (Cas), de l'Azocasinase (Azo) et de la Phosphodiesterase (PDE) dans le venin en fonction de l'espèce considérée

### ANNEXE 3 : Arrêté du 19 Novembre 2007

Pour les espèces :

Couleuvre verte et jaune (*Hierophis viridiflavus*)

Coronelle lisse (*Coronella austriaca*)

Couleuvre d'Esculape (*Zamenis longissimus*)

Couleuvre à collier (*Natrix natrix*)

Vipère d'Orsini (*Vipera Orsinii*)

*"I - Sont interdits, sur tout le territoire métropolitain et en tout temps, la destruction ou l'enlèvement des oeufs et des nids, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des animaux dans le milieu naturel.*

*II - Sont interdites sur les parties du territoire métropolitain où l'espèce est présente ainsi que dans l'aire de déplacement naturel des noyaux de populations existants, la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux. Ces interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée, aussi longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de cette espèce et pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques.*

*III - Sont interdits, sur tout le territoire national et en tout temps, la détention, le transport, la naturalisation, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat, l'utilisation, commerciale ou non, des spécimens prélevés :*

- dans le milieu naturel du territoire métropolitain de la France, après le 12 mai 1979 ;*
- dans le milieu naturel du territoire européen des autres Etats membres de l'Union européenne, après la date d'entrée en vigueur de la directive du 21 mai 1992."*

Le même arrêté du 19 novembre 2007, précise à l'article 3 :

Pour les espèces :

Coronelle girondine (*Coronella girondica*)

Couleuvre à échelons (*Rhinechis scalaris*)

Couleuvre de Montpellier (*Malpolon monspessulanus*)

Couleuvre vipérine (*Natrix maura*)

*"I - Sont interdits, sur tout le territoire métropolitain et en tout temps, la destruction ou l'enlèvement des oeufs et des nids, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des animaux dans le milieu naturel.*

*II - Sont interdits, sur tout le territoire national et en tout temps, la détention, le transport, la naturalisation, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat, l'utilisation, commerciale ou non, des spécimens prélevés :*

- dans le milieu naturel du territoire métropolitain de la France, après le 12 mai 1979 ;*
- dans le milieu naturel du territoire européen des autres Etats membres de l'Union européenne, après la date d'entrée en vigueur de la directive du 21 mai 1992."*

La Vipère aspic et la Vipère péliade sont traitées dans l'article 4 du même arrêté du 19 novembre 2007 :

*"I - Est interdite, sur tout le territoire métropolitain et en tout temps, la mutilation des animaux.*

*II - Sont interdits, sur tout le territoire national et en tout temps, la détention, le transport, la naturalisation, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat, l'utilisation, commerciale ou non, des spécimens prélevés :*

- dans le milieu naturel du territoire métropolitain de la France, après le 12 mai 1979 ;*
- dans le milieu naturel du territoire européen des autres Etats membres de l'Union européenne, après la date d'entrée en vigueur de la directive du 21 mai 1992."3*

## BIBLIOGRAPHIE

APESTEGUIA S., ZAHER H. A Cretaceous terrestrial snake with robust hindlimbs and a sacrum. *Nature.*, 2006, 440, p1037-1040.

AUDEBERT F, SORKINE M, BON C. Envenoming by viper bites in France: clinical gradation and biological quantification by ELISA . *Toxicon.* 1992, 30(5-6), p599-609.

BALDE M.C, CAMARA A.M.B, BAH H, et al. Incidence des morsures de serpents : enquête communautaire dans la collectivité rurale de développement (CRD) en République de Guinée. *Bulletin de la Société des Pathologies Exotiques.* 2005, 98, p 283-284.

BAUCHOT R. *Serpents.* Editions Artémis. 2005. 220p.

BEDRY R, HILBERT G, GOYFFON M, et al. Is the saliva of the european whip snake ( *Coluber viridoflavus*) neurotoxic ? *Toxicon.* 1998, 36, p1789-1790.

BROADERS M, RYAN M. Enzymatic properties of the Duvernoy's sécrétion of blanding's tree snake (*Boiga blandingi*) and of the mangrove snake (*Boiga dendrophila*). *Toxicon.* 1996, 35(7), p1143-1148.

CANAZZARO P. Envenimations par couleuvres : expériences au centre antipoison de Marseille et revue de la littérature. Aix-Marseille. 2003.

CHIPPAUX JP. Morsure par Vipère Bitis Arietans au Sénégal, intérêt de la mesure de pression intracompartimentale. *Médecine tropicale.* 2004, 64, p187-191.

CHIPPAUX JP. Snakes-bites : appraisal of the global situation. *Bull. WHO.* 1998, 76, p515-524.

CHIPPAUX JP. *Venins de serpents et envenimations.* Paris : IRD Editions. 2002. 298p.

CLAPSON P. Morsures et piqûres par des animaux venimeux en France métropolitaine. *Urgences.* 2008.

DAVID P, INEICH I. Les serpents venimeux du monde: systématique et repartition. *Dumerilia.* 1999. 3(5), 501p.

DE ARAUJO M E, DOS SANTOS A C. Cases of human envenomation caused by *Philodryas offersii* and *Philodryas patagoniensis*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,* 1997, 30(6), p517-519.

DOS SANTOS M.C, BALLESTRIN A, D'AGOSTINI F, et al,. Envenomation by the neotropical colubrid *Boiruna maculata* :a case report. *Revue de l'Institut de Médecine tropicale de Sao Paulo.* 2002, 42, p283-286.

FONTANA MD, HELENO MG, VITAL BRAZIL O. Mode of action of Duvernoy's gland

extracts from the colubrid *dryadophis bifossatus* in the chick cervicis nerve-muscle preparation. *Toxicon*. 1996, 34(10), p1187-1190.

FRY BG, SCHEIB H, VAN DER WEERD L, YOUNG B, McNAUGHTAN J, RAMIAN SF, VIDAL N, POELMANN RE, NOAMAN JA. Evolution of an arsenal : structural and fonctional diversification of the venom system in the advanced snakes ( Caenophidia). *Molec. Cell. Protomics*. 2008, 7, p215-240.

GERARD P. L'élevage du python molure et autres constricteurs. Paris, Philippe Gérard Editions. 2000, 67p.

GOYFFON M, INEICH I, DANG V. Un cas d'envenimation par un *Colubridae* aglyphe opistodonte du Cameroun, *Thrasops flavigularis*. Soumis pour publication. 2005.

GOYFFON M, INEICH. Nouveau regard sur les serpents venimeux. *Feuillets de biologie*. 2009, 289, p61-65.

GUILLIN MC, BEZEAUD A, MENACHE D. The mechanism of activation of human prothrombin by an activator isolated from *Dispholidus typus* venom. *Biochim Biophys Acta*. 1978, 537(1), p160-168.

HALPERN M, MARTINEZ-MARCOS A. Structure and function of the vomeronasal system : an update. *Prog neurobiol*. 2003. 70(3). p245-318.

HILL R E, MACKESSY S P. Characterization of venom ( Duvernoy's sécrétion) from twelve species of colubrid snakes and partial sequence of four venom proteins. *Toxicon*. 2000, 38(12), p1663-1687.

INEICH I, GOYFFON M, and DANG V. Qu'est-ce-qu'un serpent dangereux pour l'homme? Un cas d'envenimation par un *Colubridae* aglyphe opistodonte du Cameroun, *Thrasops flavigularis* (Hallowell, 1852). *Bull. Soc. Zool. Fr*. 2006. 131, p135-145.

KARDONG K.V. The evolution of the venom apparatus in snakes from colubrids to viperids to elapids. *Mem. Inst. Butantan*. 1982, 46, p105-118.

KLEINMANN D. Boa Constrictor bite to the eye. *arch ophtalmol*. 1998, 116(7), p 949-50.

LECOINTRE G, LEGUYADER H. Classification phylogénétique du vivant. Belin Ed. 2006. 544p.

LE DANTEC P H. Morsure par *Bitis Arietans* au Sénégal. *Worlth health* .2005.

MION G, GOYFFON M. Les envenimations graves. Paris, Arnette ed. 2000, 164p.

NEWMANN, E. A. and HARTLINE, P. H. The infrared vision of snakes. *Sci. Am*, 1982, 246, p116-127.

PHISALIX M. Animaux venimeux et venins. Paris, Masson ed. 1918, vol I, 864p.

POMMIER Ph. Envenomation by Montpellier snake ( *Malpolon monspessulanus*) with cranial nerve disturbances. *Toxicon* ,2007, 50, p868-869.

ROSENBERG H.I, KINNAMON S, KOCHVA E, et al. The secretion of Duvernoy's gland of *Malpolon monspessulanus* induces haemorrhage in the lungs of mice. *Toxicon*. Août 1992, 30, p920-924.

SAWAYA RJ, MARQUES OAV, MARTINS M. Composition and natural history of a Cerrado snake assemblage at Itirapina, Sao Paulo State southeastern Brazil. *Biota Neotrop* 2008, 8(2), pp online. ):

<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/en/abstract?inventory+bn01308022008>.

VIDAL N. Qu'est-ce qu'un reptile venimeux: systématique des ophidiens. Dans M. G. Goyffon. M, Aspects cliniques et thérapeutiques des envenimations graves. *Urgences Pratiques Publications*. 2002, p56.

VALLAT P. *Symbôles bibliques en littérature*. éditions du Cerf. 1989. p 45

TAN N H, PONNUDURAI G. A comparative study of the biological properties of *Dendroaspis* (Mamba) snake venom. *Comp. Biochem. Physiol.* 1991. 99C, p463-466.

WARRELL D.A, SCHNEEMANN R, CATHOMAS S.T et al. Life -threatening envenoming by the Saharan horned viper ( *Cerastes cerastes*) causing microangiopathic haemolysis coagulopathy and acute renal failure: clinical cases and review. *QJM: an International Journal of Medicine*. 2004, 97(11), p717-727.

WARRELL D.A. Snakebite: a neglected problem in twenty first century in India. *the National Medical Journal of India*. 2011, 24, p321

WEINSTEIN S.A, KADONG K.V. Propertie's of Duvernoy's secretions from opistoglyphous and aglyphous colubrid snakes. *Toxicon*, 1994, 32, p1161-1185.

## **Sites Internet consultés**

AROUKATCHEE, 2011 : <http://www.animaux.aroukatchee.fr/serpents.htm>  
-<http://www.boaconstrictor.de/fr/node/1434>  
EOL :<http://eol.org/search?q=serpent&search=Aller>

INCINTO S, 2012 : [http://www.tripadvisor.fr/LocationPhotoDirectLink-g325592-i37804047-Komodo\\_National\\_Park\\_Komodo\\_East\\_Nusa\\_Tenggara.html](http://www.tripadvisor.fr/LocationPhotoDirectLink-g325592-i37804047-Komodo_National_Park_Komodo_East_Nusa_Tenggara.html)  
- [http://www.snkebiteinitiative.org.pagesid\\_552](http://www.snkebiteinitiative.org.pagesid_552)

KUBAT J, 2008 : <http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id9559/?taxonid=58537>

LEGIFRANCE, 2007 :  
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000017876248>

PHILLIPS D, 2007 :  
[http://www.herfrance.fr/reptiles/couleuvre\\_montpellier\\_malpolon\\_monspessulanus](http://www.herfrance.fr/reptiles/couleuvre_montpellier_malpolon_monspessulanus)

REPTILE DATABASE : <http://www.reptile-database.org/>

SAWAYA RJ, MARQUES OAV, MARTINS M. Composition and natural history of a Cerrado snake assemblage at Itirapina, Sao Paulo State southeastern Brazil. *Biota Neotrop* 2008, 8(2), pp online.):  
<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n2/en/abstract?inventory+bn01308022008>.

SERPENTSDEFRANCE : <http://www.serpentsdefrance.fr>

TOUMAYAN R : <http://www.rafi-toumayan.fr>

VILARS J, 2009 : [http://www.jeanvilarsscience.free.fr/?pages\\_id=669](http://www.jeanvilarsscience.free.fr/?pages_id=669)

## SERMENT DE GALIEN

« Je jure, en présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples : D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine. En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque. »

**Morsures envenimées par les serpents aglyphes et opistoglyphes**

**Thèse d'Etat de Doctorat en Pharmacie, présentée par TELLIER Aurore, à :**

Poitiers, le 4 avril 2014

**RESUME :** De nos jours, les serpents sont considérés soit comme venimeux, soit comme non venimeux. Cependant, cette distinction est aujourd'hui remise en question. En effet, des travaux de plus en plus nombreux mettent en évidence des complications médicales suite à des morsures par des serpents considérés pourtant comme non dangereux, c'est-à-dire par des serpents de type aglyphe (sans crochet) ou opistoglyphe (avec des crochets localisés dans le fond de leur gorge). Ces mêmes travaux mettent en avant la présence d'une glande annexe appelée glande de Duvernoy. Celle-ci est présente uniquement chez les serpents jusqu'alors considérés comme non venimeux. Cette thèse a pour objectif d'établir le rôle et l'implication de cette glande de Duvernoy dans le processus d'envenimation après morsure de serpent aglyphes et opistoglyphes.

**MOTS CLES :**

- serpent aglyphe
- serpent opistoglyphe
- glande de Duvernoy
- morsure envenimée

**JURY :** Président : Madame le Professeur Marie-Paule JOUANNETAUD

Membres : Monsieur le Professeur Max GOYFFON

Monsieur le Docteur Louis JULIENNE, pharmacien

Monsieur le Docteur Lydwin HOUNKANLIN

Directeur de thèse : Madame le Docteur Caroline CHARVET

**DATE DE SOUTENANCE :** 4 avril 2014

**ADRESSE DE L'AUTEUR :** 140 rue du Molinel 59800 LILLE