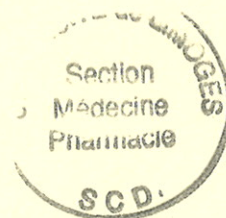


UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE PHARMACIE



ANNEE 2007

THESE N° 3337 12

**LES REPTILES VENIMEUX
DE L'ANTIQUITE A NOS JOURS**

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

Présentée et soutenue publiquement
Le 12 octobre 2007 à Limoges

par

Paule MASSÉ

Née le 22 novembre 1981 à Limoges



JURY

**M. G. DREYFUSS
M. G. LACHATRE
M. C. COUARTOU**

**Professeur
Professeur
Vétérinaire**

**Président
Juge
Juge**

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE PHARMACIE

DOYEN DE LA FACULTE : Monsieur le Professeur Gérard HABRIOUX
ASSESEUR : Madame le Professeur Dominique CHULIA
ASSESEUR : Monsieur Francis COMBY

PROFESSEURS :

BENEYTOUT Jean-Louis	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
BOTINEAU Michel	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE
BROSSARD Claude	PHARMACOTECHNIE
BUXERAUD Jacques	CHIMIE ORGANIQUE CHIMIE THERAPEUTIQUE
CARDOT Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE
CHULIA Albert	PHARMACOGNOSIE
CHULIA Dominique	PHARMACOTECHNIE
DELAGE Christiane	CHIMIE GENERALE ET MINERALE
DESMOULIERE Alexis	PHYSIOLOGIE
DREYFUSS Gilles	PARASITOLOGIE-MYCOLOGIE
DUROUX Jean-Luc	PHYSIQUE-BIOPHYSIQUE
HABRIOUX Gérard	BIOCHIMIE FONDAMENTALE
LACHATRE Gérard	TOXICOLOGIE
MOESCH Christian	HYGIENE HYDROLOGIE ENVIRONNEMENT
LOUDART Nicole	PHARMACODYNAMIE
ROGEZ Sylvie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

MAITRES DE CONFERENCES

ALLAIS Daovy	PHARMACOGNOSIE
BASLY Jean-Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE
BATTU Serge	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
CALLISTE Claude	BIOPHYSIQUE, MATHÉMATIQUES, INFORMATIQUE
CARDI Patrice	PHYSIOLOGIE
CLEDAT Dominique	CHIMIE ANALYTIQUE
COMBY Francis	CHIMIE THÉRAPEUTIQUE
DELEBASSEE Sylvie	BACTÉRIOLOGIE-VIROLOGIE
DREYFUSS Marie-Françoise	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
FAGNERE Catherine	CHIMIE ORGANIQUE
FROISSARD Didier	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGIE
JAMBUT Anne-Catherine	CHIMIE THÉRAPEUTIQUE
LAGORCE Jean-François	CHIMIE ORGANIQUE (en disponibilité)
LARTIGUE Martine	PHARMACODYNAMIE
LIAGRE Bertrand	SCIENCES BIOLOGIQUES
LOTFI Hayat	TOXICOLOGIE
MARION- THORE Sandrine	CHIMIE THÉRAPEUTIQUE
MARRE-FOURNIER Françoise	BIOCHIMIE
MOREAU Jeanne	IMMUNOLOGIE
PARTOUCHE Christian	NEUROLOGIE, ENDOCRINOLOGIE
POUGET Christelle	PHARMACIE GALÉNIQUE
ROUSSEAU Annick	BIOMATHÉMATIQUES
SIMON Alain	CHIMIE PHYSIQUE ET CHIMIE MINÉRALE
TROUILLAS Patrick	BIOMATHÉMATIQUES ET INFORMATIQUE PHARMACEUTIQUE
VIANA Marylène	PHARMACOTECHNIE
VIGNOLES Philippe	BIOMATHÉMATIQUES

PROFESSEUR CERTIFIE :

MARBOUTY Jean-Michel

ANGLAIS

ATER A MI-TEMPS :

BEGAUD-GRIMAUD Gaëlle

Scce M.le Prof. BOTINEAU

COURTIOUX Bertrand

Scce M. le Prof. DREYFUSS

LE JEUNE Anne-Hélène

Scce M.le Prof. BOTINEAU

MOUSSEAU Yoanne

Scce M. les Prof. DREYFUSS et MOESCH

SAMARA Maha

Scce Mme le Prof. OUDART

YAHIAOUI Samir

Scce M. le Prof. BUXERAUD

REMERCIEMENTS

A mes parents, pour leur présence, leur aide et leur réconfort durant toutes ces années d'étude.

A Maxime, pour ta présence et ton soutien.

A Jean-Claude, Josette et Coralie, pour leurs conseils et leur présence.

A tous ceux qui m'ont aidée et soutenue tout au long de l'élaboration de ce travail.

A NOTRE DIRECTEUR DE THESE

MONSIEUR G. DREYFUSS

Professeur de parasitologie-mycologie

Nous vous remercions grandement pour votre dévouement, votre soutien et votre disponibilité. Vous nous avez apporté une aide précieuse tout au long de l'élaboration de notre travail, toujours avec patience et gentillesse et nous vous en sommes très reconnaissantes.

A NOS JUGES

Monsieur G. LACHATRE

Professeur des universités

Nous sommes très honorées que vous ayez bien voulu accepter de participer à notre jury. Nous vous en remercions respectueusement.

Monsieur C. COUARTOU

Docteur vétérinaire

Nous sommes très heureuses de vous compter parmi notre jury et vous remercions sincèrement pour votre aide et votre participation pour l'élaboration de notre travail.

REMERCIEMENTS

Merci à **M. D. LEYRIS**, pharmacien directeur de **BOIRON** à Limoges, pour son aide et les informations qu'il nous ont fourni.

Merci au **laboratoire AVENTIS PASTEUR MSD** pour les informations qu'ils nous ont communiquées.

**Les reptiles venimeux
de l'antiquité à nos jours**

Table des matières

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	11
HISTOIRE, RELATIONS HOMMES ET SERPENTS, CADUCEES	12
Les reptiles et les hommes	12
Les reptiles dans la mythologie	13
L'animal terrifiant	13
L'éternité	14
Serpents de l'Égypte antique	14
Le cobra d'Égypte	14
La vipère à corne	15
Unilitère	16
Symbolique	16
Le serpent à travers les âges	18
La symbolique orientale	18
Origines du caducée	19
Les caducées dans la littérature	22
Mythes et légendes, illustrations de P. Vernez	23
GENERALITES	27
Embranchement des Vertébrés (crâniates) et classification	27
Phylum des sauropsidés	29
Les origines, dispersion et radiation évolutive	32
Quelques répartitions géographiques	34
Rythmes journalier et annuel	38
Thermorégulation	38
Régime alimentaire	39
Prédation passive	40
Prédation active	41
Camouflage	42
Signaux d'avertissement	46
Les prédateurs des serpents	48
Equilibre hydrominéral	48
Formes	50
Modes de locomotion au sol	51
La thermosensibilité	55
Les écailles	56
Autres sens	60
La peau et la mue	61
Le squelette	62
Le crâne	63
Anatomie interne	65
Appareil respiratoire	66
Appareil circulatoire	67
Appareil excréteur et osmorégulation	67
Système nerveux	67

La vue	67
L'odorat	69
L'ouïe	70
Parade nuptiale	70
Appareil reproducteur	71
L'éclosion et la naissance	73
Parthénogenèse	74
Les familles de serpents venimeux	74
Exemple du mécanisme de morsure de la vipère aspic	85
Les glandes à venin	90
Appareil digestif	90
Dents	91
Etude de quelques espèces de serpents	91
LES VENINS	97
1) Présentation générale des venins	99
2) Les enzymes	100
2.1 Les enzymes qui agissent sur les liaisons esters	100
Les phospholipases	100
Les acétylcholinestérases	102
Les phosphoestérases	102
2.2 Les enzymes qui agissent sur les composés glycosylés	103
2.3 Les protéinases	104
2.4 Les oxydoréductases	105
3 Les neurotrophines	106
4 Les facteurs qui affectent le complément	106
5 Les inhibiteurs d'enzymes	107
6 Les toxines	107
6.1 Les toxines adoptant la conformation d'une phospholipase A2	108
6.2 Les toxines adoptant une architecture à « trois doigts »	111
6.3 Les toxines adoptant d'autres conformations	113
6.5 Conclusion	115
LES LEZARDS	116
Différences entre lézards et serpents	116
Anatomie	116
La peau et les écailles	117
Mue	117
Comportement et défense	118
Mâchoires et dents (pleurodentes ou acrodentes)	119
Organes des sens	120
L'appareil respiratoire et le coeur	121
Thermorégulation, résistance à la faim et hydratation	121
Pores fémoraux, organes sexuels et sexage	121
Reproduction	122
Naissance	123

Effet toxique	124
Habitat	125
Espèces d'intérêt médical	126
Le monstre de Gila (<i>H. suspectum</i>)	127
Le Lézard Perlé (<i>H. horridum</i>)	130
RISQUES LIES AUX ENVENIMATIONS	134
Normes internationales	134
Conduite à tenir après envenimation par un reptile venimeux	135
Description de l'animal	136
Actions des différents types de venins	139
Le traitement en cas de morsure	141
Les premiers secours	141
A ne pas faire	141
A faire	142
A l'hôpital	143
Pronostic	144
Principaux symptômes	147
Signes biologiques	149
Le traitement anti venin	149
Viperfav ®	151
Le traitement de soutien	156
LES NAC (nouveaux animaux de compagnie)	159
Généralités	159
La réglementation pour la détention de NAC	162
Conséquences en matière d'économie de la santé	163
Conseils d'un terrariophile pour l'élevage des reptiles	166
Les risques de cette nouvelle mode des NAC	171
A propos de vente en ligne	175
Charmeurs de serpents	178
Avis d'un Psychiatre sur les possesseurs d'animaux dangereux	180
APPLICATIONS MEDICALES DES VENINS DES REPTILES	181
Batroxobine	181
Ces venins qui protègent les neurones	181
Venin de reptile contre Alzheimer	182
À propos du diabète	182
Homéopathie	184
CONCLUSION	188
BIBLIOGRAPHIE	189
ANNEXES	195

INTRODUCTION

Tous les reptiles fascinent, répulsent et attirent à la fois. Ils ont fait naître bien des légendes. Leur lointaine parenté avec les dinosaures les rend encore plus mystérieux. La batrachophobie, peur des reptiles, n'est pas instinctive, innée, naturelle chez l'homme. Présents dans les marais ou les océans, au cœur des forêts tropicales, au milieu des déserts, et même sous terre, ces animaux à écaille réservent bien des surprises : couleurs variées, formes inattendues, modes de vie étonnants. Cette diversité a engendré de nombreux phénomènes comme que la mode des NAC, nouveaux animaux de compagnie.

En France, environ 2000 cas de morsures par des serpents sont signalés chaque année. Nous étudierons donc la composition des venins et le traitement des envenimations, ainsi que les applications possibles des venins dans le domaine de la santé.

**Histoire, relations hommes et serpents,
caducée**

Histoire, relations hommes et serpents, caducée

Les reptiles et les hommes (11-47-56)

Le folklore des peuples est rempli d'exemples pris parmi les reptiles ; divinités tutélaires pour les uns, malfaisantes pour les autres, symbole du bien ou du mal, héros de contes moraux, objets de légendes les plus variées où le merveilleux et l'incroyable se mêlent au vrai.

A côté de ces rapports essentiellement abstraits, les Reptiles et l'Homme ont des relations beaucoup plus concrètes. Objets de dégoût et de crainte, les reptiles n'ont pas de pire ennemi que l'Homme, qui par ignorance les détruit sans pitié et tout particulièrement les serpents, qui payent très cher la venimosité de certains d'entre eux. Cette action nuisible de l'Homme peut s'exercer d'ailleurs d'une manière détournée et n'être que la conséquence d'action a priori sans relation directe. Des modifications écologiques, entraînant la destruction des habitats, tels le déboisement des forêts, l'assèchement des marécages, la mise en culture de vastes régions sont autant de transformations de la nature, dues aux nécessités d'une civilisation en constante expansion, qui sont nuisibles à la survie de nombreuses espèces. Par contre, il est des cas où ces modifications peuvent favoriser certaines espèces, qui y trouvent des conditions de vie propices. On connaît ainsi quelques régions où le développement des haies, l'existence de murs ou de ruines, ont entraîné la prolifération de reptiles rares jusqu'alors ; les remblais de chemin de fer, les vignobles et jusqu'aux décharges publiques constituent des biotopes appréciés de nombreux lézards et serpents. Le développement des rizières en pays tropicaux a constitué un phénomène attractif certain sur les reptiles : les couleuvres aquatiques ont suivi les batraciens, dont elles se nourrissent, les tortues ont trouvé dans les eaux chaudes et tranquilles un biotope favorable. Quant aux digues qui entourent ces rizières, elles représentent un riche terrain de chasse pour les lézards.

La symbolique du serpent est l'une des plus profondes et complexes. Il n'est guère de cultures et de mythologie qui n'ait son Grand Serpent, presque toujours marin et ambigu, sinon ambivalent. Serpents et dragons, amphibènes, basilics, guivres, hydres, chimères, les monstres ophidiens sont présent sous de nombreuses formes dans presque tous les folklores, soit qu'ils soient associés à la Belle dont ils ont la garde soit que ce soit le Héros qu'ils initient comme Fafnir et Sigurdr, ou encore Jason et Médée avec le très célèbre gardien de la Toison d'Or.

Le Grand Serpent, le Trimégiste, cosmogonique ou cosmique ne cesse de hanter notre imaginaire commun depuis Ras Shamra jusqu'au Loch Ness ; il cristallise nos peurs, nos angoisses, nos imaginations, nos désirs, nos espoirs.

Les reptiles dans la mythologie (13)

La mythologie regorge d'histoires ayant trait à des monstres reptiliens. La "chevelure" de Méduse (fig.1) dans la mythologie grecque était une masse de serpents. Tous ceux qui la regardaient étaient changés en pierre. Le dragon, être maléfique dans les légendes occidentales, est un doux animal, symbole de fécondité et de renaissance dans la mythologie chinoise. Les Égyptiens de l'Antiquité craignaient autant les serpents qu'ils en admiraient la puissance, la grâce et les mystères.



Figure 1 Méduse à chevelure de serpent (13)

L'animal terrifiant

Pour les anciens Égyptiens, les serpents étaient les animaux les plus terrifiants qui soient. Leur apparence unique (corps filiforme dépourvu de membres), leur discrétion (en plus d'un mimétisme avec leur milieu, les vipères peuvent rester cachées des heures dans le sable), leur attaque foudroyante, leur venin mortel duquel même les dieux n'étaient pas protégés (Rê mordu par un serpent et sauvé par Isis ou encore Geb victime du venin craché par l'Uræus) et leur capacité à disparaître par la moindre anfractuosité, en font des tueurs redoutés.

Tous les petits ophidiens, dangereux ou inoffensifs colubridés (couleuvres et autres), étaient indistinctement considérés comme des « démons » malfaisants et leur image hiéroglyphique, depuis les textes des Pyramides, est souvent percée de couteaux symboliques afin de les neutraliser.

Il n'est pas étonnant que le mal suprême, le monstre qui essaie d'avalier le monde chaque nuit, n'est autre qu'un serpent, Apophis.

Pour protéger les défunts contre ces démons, des formules magiques, qui trouvent leurs apogées au Nouvel Empire, étaient inscrites sur les parois de l'entrée des tombeaux.

L'éternité

La mue des serpents était un événement fascinant aux yeux des anciens Égyptiens. En effet, lors de sa croissance, le serpent à l'étroit dans ses écailles qui ne grandissent pas, doit quitter sa couche externe à plusieurs reprises. Les Égyptiens, voyant un serpent affaibli (l'activité des serpents se réduit considérablement avant la mue) quitter sa vieille peau pour « renaître » à la jeunesse (après la mue, les écailles sont luisantes), ne pouvaient que l'assimiler aux symboles de renouveau, de renaissance (d'où l'importance de ces reptiles dans les textes funéraires).

Voilà bien certainement l'une de nos plus vieilles aspirations chimérique : la jeunesse éternelle, rajeuni ou plutôt jamais mort puisqu'il est bien le proche ami de la Grande Faucheuse, lui le grand secret des Alchimistes pour qui la pierre philosophale est logée dans sa tête oblongue.

Serpents de l'Égypte antique (annexe p.202)

Le cobra d'Égypte (31)

Au temps des pharaons, les souverains honoraient le cobra, symbole de leur puissance sur la vie et la mort. Le cobra égyptien (*Naja haje*) est également connu sous le nom de serpent de Cléopâtre. En effet, si la légende raconte que la reine s'est donnée la mort en se faisant mordre par une vipère, tout laisse supposer qu'il s'agissait en réalité d'un cobra. Très répandu dans toute l'Afrique du Nord et les zones sèches du Moyen-Orient et du Sud-Ouest asiatique, le cobra égyptien est bien connu dans ces régions. C'est lui que la plupart des charmeurs de serpents montrent sur les places publiques. C'est l'un des hôtes permanent et plutôt indésirable des oasis. Peu agressif en général, le cobra égyptien préfère se cacher en cas de danger. Mais, s'il se sent menacé il adopte alors une attitude impressionnante : se dressant, il siffle et gonfle son cou. Grâce à un système de côtes allongées et mobiles, qui fonctionne à la manière d'un parapluie, il peut tendre la peau de sa nuque, qui prend ainsi la forme d'un disque.

L'attaque du cobra égyptien est un peu moins rapide que celle de la vipère, mais, son venin neurotoxique est l'un des plus dangereux que l'on connaisse ; il agit surtout sur les muscles de la respiration, par paralysie. Les morsures sont généralement mortelles en l'absence de sérum antivenimeux. Ce serpent est actif au crépuscule et de nuit. Très casanier, le cobra peut rester toute l'année dans le même trou ou sous la même termitière.

Vipère à corne (4)

Dans l'Antiquité, l'Égypte était peuplée d'une quarantaine d'espèces de serpents, dont trente-quatre subsistent encore sur son territoire. Elles appartiennent à six familles, mais seuls les représentants de celle des *Elapidae*, comprenant les cobras, et de celle des *Boïdae*, avec le redoutable python de Séba, étaient sacrés.

L'uræus est en général identifiée au cobra égyptien (*Naja haje*), mais il faudrait plutôt l'assimiler au *N. nigricollis*, au *N. mossambica* et au *N. pallida*. En effet, ces trois ont la faculté non seulement d'inoculer, mais aussi de cracher leur venin, ainsi que le rapportent les anciens textes concernant l'uræus.



Figure 2 Uraeus (4)

L'uraeus (fig.2) est un nom grec du cobra porté au front par les dieux à caractère royal. Assimilé à l'oeil de Ré, il protégeait le Roi. Le cobra était considéré comme le gardien du Pharaon car les anciens Egyptiens croyaient en la vigilance du serpent dont les yeux sont dépourvus de paupières et de ce fait plus en éveil contre le danger.

Unilitère

Beaucoup plus toxiques que les cobras, il existe les petites vipères d'Égypte qui vivent à la frange du désert, dans les grottes et les tombes (les archéologues en savent quelque chose !). La plus célèbre est la vipère cornue, *Cerastes cerastes* qui a prêté sa silhouette caractéristique à l'unilitère f, dentale sifflante comme son modèle ! Ses proches parents sont *Cerastes vipera* et le terrible *Echis carinatus* au venin foudroyant.

Symbolique (34)

Les serpents, qui appartiennent à une des plus vieilles espèces encore vivantes, occupaient une place éminente dans la pensée religieuse des anciens Égyptiens.

Le cobra était principalement consacré à des déesses (d'ailleurs, son nom est du féminin en ancien égyptien), à savoir :

-Oudjet, « la Verte », tutélaire de la couronne rouge de Basse-Égypte ;

-l'Uraeus, incarnation de l'œil de Rê, protectrice des dieux et du roi, celle qui se dresse pour leur défense ;

-Oupset, « la Brûlante », déesse flamme vénérée à Philae, forme particulière de Tefnout ;

-Renenoutet, serpent nourricier, déesse des moissons ;

-Meretseger, « Celle qui aime le silence », maîtresse de la nécropole thébaine.

Certains dieux pouvaient aussi prendre l'aspect d'un serpent autre que celui du cobra :

-Atoum, également anguille ;

-Nehebkaou, le « Maître des Kaou », le serpent mythique et nourricier des morts, dieu chtonien, parfois figuré avec deux têtes de serpents ;

-Chaï, dieu du destin.

Le mode de vie des serpents, grouillant dans l'eau ou se glissant dans des grottes terrestres, ondulant sur le sable et le cailloutis désertique, correspond à l'idée que les Anciens se faisaient de l'existence des êtres primordiaux. Aussi, les femelles des quatre couples préexistants d'Hermopolis sont-elles des serpents.

Apophis, enfin, énorme serpent divin, incarnant les forces primitives et chaotiques, est à identifier au gigantesque python de Séba, qui peut atteindre une longueur de 6 mètres et qui est capable d'attaquer et d'ingurgiter un être humain. Il a disparu d'Égypte, mais peuple encore l'Afrique au sud du Sahara.

Le mythe nordique a besoin d'un héros pour contrer cette peur de l'anéantissement total : Thorr, qui tente une fois de pêcher Midgardsormr sans y parvenir puisque empêché par un géant témoin du combat ; le duel entre le Grand Serpent et le dieu du tonnerre se terminera avec la mort des deux lors du Ragnarök . On retrouve cette idée dans le Mahâbhârata qui assimile le Grand Serpent sous le nom de "Pinâka" à l'arc de "Siva", le Grand Serpent-arc-en-ciel enroulé avec la corde qui sert à tendre l'arc. Cette image est lourde de signification car l'arc-en-ciel est toujours perçu comme un pont entre le ciel et la terre. Enfin, lové sur lui-même il évoque l'éternel recommencement ou la spirale infinie, voire la double ellipse de l'acide désoxyribo-nucléique, commune à tous les êtres vivants, qui les rend à la fois si divers et si semblable ! Il faut avouer que cet animal dépourvu de membres a quelque chose d'inquiétant pour les bipèdes que nous sommes, lui qui ne craint aucun prédateur sinon l'homme et la mangouste, grâce à son poison si dangereux ! Et certainement aussi que sa forme éminemment phallique nous a fait le grandir vers le fantasme de la Totalité aussi bien que vers l'incarnation suprême du Vice. Dans la symbolique judéo-chrétienne, le serpent représente le Mal, la tentation. Dans la Genèse, le Satan prend la forme d'un serpent pour inciter Ève à manger le fruit défendu (annexe p.195). Dans son Apocalypse Saint Jean représente Satan, le Diable, comme le Serpent ancien, le séducteur des nations.

Le serpent ne peut être regardé en face, comme le Soleil dont il semble l'antagoniste parce que le serpent qui a les paupières soudées ne cille pas ni ne semble jamais dormir. Opposé au "Feu Primal" il est cependant fortement associé à la Terre à cause de son mode de déplacement. Puisque chthonien et rival de la lumière primale, il est donc associé au monde des morts, il est lunaire ; certainement aussi parce que son corps étrangement froid semble se passer de la chaleur de la vie.

Puisqu'il connaît les secrets de l'après-vie et qu'il est une figure de patience, il devient symbole de toute sagesse et de gnose ; il est souvent le hiérophante du héros perdu. Il possède un savoir inquiétant et mystérieux, essentiel et vital, capable de révéler l'avenir et le passé. Il est associé à l'eau parce que ses écailles le rapprochent du poisson et par sa reptation qui le font se mouvoir comme une vague. Il est l'être qui se joue des catégories topiques, semblable de corps et de régime, qu'il habite dans l'eau ou sur terre ; rien d'étonnant alors que plusieurs mythes l'aient doté d'ailes. Le Grand Serpent porteur de connaissance, évoque un autre porteur de lumière : le Lucifer pré-chrétien était représenté par un serpent ailé.

On retrouve aussi le serpent ailé dans la figure amérindienne bien connue de Quezacoalt (pour les anciens mexicains, Kukulcan pour les Mayas, Gucumatz pour les Quichés), le dieu pacifique et dieu éducateur ainsi que dans l'ancienne Égypte où on le retrouve peint sur les sarcophages, gravé sur des monolithes et dans les pierres des pyramides et des temples. La tradition amérindienne attribue à Quezacoalt l'invention du tissage, de la céramique et du zéro, c'est à dire des mathématiques associées, avec la précision que l'on sait, à l'astronomie.

Il semble souvent s'opposer à un dieu, au Dieu, à l'aigle, symbole de Zeus olympien qui affronte Typhon, le Satan qui s'oppose au Dieu biblique, Marduk et Tiamat, Thorr pêchant Midgardsorm (terrifié et momentanément paralysé par son regard), Thraetona et Azi Dahaka en Iran, Apollon et Python, Héraklès et l'Hydre de Lerne, Saint Georges et le Dragon...

Toutes les traditions ont des reptiles titanesques et volants qui mêlent la puissance physique à l'intelligence, tandis que d'autres opposent au travers du serpent et du héros salvateur, la domination de l'esprit sur le corps, ou la domination de l'homme sur la nature, ou sa nature sauvage. (annexe p.196)

Chez les Grecs anciens, le serpent python est l'hôte du temple de Delphes d'où Socrate tirera sa devise, « connais-toi toi-même », celle-ci étant écrite au fronton de ce temple. Il représente ici le symbole même de la sagesse philosophique, le pouvoir de la connaissance et du savoir. Chez les Hindous le serpent Kundalini est le canal d'énergie central qui relie ensemble les 7 chakras dans une double ellipse comme l'A.D.N. Le caducée pourrait lui aussi faire penser à la molécule d'A.D.N. Dans l'Antiquité grecque, le dieu de la Médecine, Asclépios (Esculape), avait le Serpent pour attribut. Dans les temples qui lui étaient dédiés, à Epidaure notamment, l'oracle était rendu par l'intermédiaire de serpents, serpents que l'on retrouve d'ailleurs enroulés autour du caducée.

Dans le bouddhisme tibétain, le serpent représente l'aversion, l'un des trois poisons de l'esprit.

Dans les croyances populaires lettonnes datant de l'ère pré-Chrétienne, les serpents sont décrits positivement : par exemple, la couleuvre à collier (*Natrix natrix*), était considérée comme un esprit du foyer ; et était protégée et nourrie. On croyait qu'un serpent vivait en dessous de chaque maison, et si le serpent s'en allait, la maison prendrait bientôt feu : les serpents avaient le pouvoir d'absorber le mal de la terre, pour que les gens puissent vivre.

Le serpent à travers les âges

Le Serpent incarne aussi l'immortalité, l'infini, et les forces sous-jacentes menant à la création de la Vie. Nous avons par exemple Ouroboros, le Serpent qui se mord la queue (symbole d'autofécondation et d'éternel recommencement). Quetzalcóatl, le serpent à plumes, qui serait allé dans le monde souterrain pour y créer le cinquième monde de l'humanité. Dans une optique plus chamaniste, nous avons des serpents entrelacés qui représenteraient la molécule d'ADN porteuse de connaissance et d'information.

Dans la culture aborigène, le Serpent Arc-en-Ciel joue également un rôle important dans le Temps des Rêves. Dans la cosmogonie nordique, Yggdrasil - l'Arbre du monde, a ses racines rongées en permanence par un Serpent, Nidhögg. Dans la Bible, le Serpent symbolise la tentation, et provoquera la chute d'Adam lorsqu'il goûtera avec Eve aux fruits de l'arbre de la Connaissance. La tradition talmudique voit en ce serpent Samaël – Satan, la forme masculine du démon. Le Serpent a aussi un rôle de protecteur : dans l'hindouisme, mais aussi le bouddhisme, un cobra géant protège Bouddha en méditation. La Kundalini est par ailleurs représentée comme un serpent endormi, lové au niveau du premier chakra (l'éveil de cette énergie vitale permet à l'initié d'atteindre la Sagesse).

La symbolique orientale

Dans le Proche-Orient ancien, on trouve le serpent dans des textes de la Bible (surtout Génèse 3) et aussi en dehors de la Bible. Des statuettes de serpent étaient l'objet de vénération comme le serpent d'airain.

Le serpent possède un caractère très ambigu. Il est à la fois considéré comme symbole de vie et de mort, de sagesse et de chaos. Cette ambiguïté du serpent se manifeste le mieux dans sa double symbolique de donateur de vie et de messenger de mort. L'apparente opposition met en lumière la dimension complémentaire de ces deux dimensions. Son fondement se trouve dans la proximité du serpent avec la terre, dans son habileté à muer et à se fabriquer une nouvelle peau, d'une part, mais aussi dans la frayeur que provoquent ses morsures mortelles.

Le serpent est relié aux divinités proche-orientales du monde souterrain : la déesse de l'amour et de la fertilité assyrienne, Ishtar, ou Qadesh en Palestine. Des statuettes du XIIe siècle avant J.C. les représentent avec une forte connotation sexuelle. Or, l'une d'entre elles avait la hanche entourée par un serpent. Ce lien avec une figurine du culte de la fertilité représente la vie qui vient de la terre et qui est donnée par la déesse.

Origines du caducée (4-49-56)

Le caducée est une sorte de sceptre qui atteste de la fonction de celui qui le porte. Apollon, Hermès, Esculape, qui était le véritable propriétaire du caducée dans la mythologie ? Cet « insigne du héraut », attribut de Hermès-Mercure, constitué par une baguette autour de laquelle s'enlacent deux serpents ailés symbolise le commerce. Selon l'Encyclopédie de Diderot et le Littré, le caducée est l'attribut de Mercure et c'est l'opinion que partagent les auteurs qui ont étudié le sujet. Certains revendiquent cette même dénomination au bâton serpenteaire d'Esculape voire à la coupe d'Hygie enlacée par le serpent. Le caducée pharmaceutique représente un serpent qui s'enroule, se redresse et renverse sa tête vers le bord d'une coupe dans laquelle Hygie, fille d'Esculape et déesse de la santé, donnait à boire au serpent du temple d'Epidaure. C'est vers le IXème siècle avant Jésus-Christ que s'établit en Grèce le culte d'Asclépios, dieu de la médecine représenté avec un bâton autour duquel s'enroule un serpent. Le serpent serait lié à l'art de guérir, à la fécondité et à la vie. Le bâton représenterait l'axe du monde, l'arbre de vie ou une arme magique. Le bâton d'Esculape aurait été utilisé pour la première fois comme emblème de la Médecine au VIème siècle. Le serpent d'Epidaure enlaçant une coupe apparaîtrait, dès 1222, chez les apothicaires de Padoue comme symbole distinctif de la pharmacie, figurant comme motif principal de leur bannière. Il apparaît en France en 1820, à côté de la tête d'Hygie sur un jeton gravé par Barre pour la Société de Pharmacie de Paris, devenue depuis le décret du 5 septembre 1946, l'Académie de Pharmacie. L'usage de ce symbole n'était pas très répandu en France, lorsqu'en 1942 le Conseil Supérieur de la Pharmacie, à la demande du Secrétariat d'Etat à la Santé, le choisit comme emblème de la pharmacie française. Le modèle proposé par la Maison Draeger fut adopté, le seul dont les pharmaciens soient autorisés à se servir officiellement et publiquement, *...qu'il s'agisse d'enseignes, lumineuses ou non, d'affiches, d'appositions sur papier de commerce ou de toutes autres signalisations d'ordre professionnel....* Le caducée (fig.3) n'est plus utilisé pour la signalisation des officines : il a été remplacé par les croix vertes.



Figure 3 Caducée de la pharmacie

Caducée d'Hermès (fig.4)



Figure 4 Caducée d'Hermès (4)

Le caducée d'Hermès (en grec ancien, κηρύκειον / *kêrúkeion*, « sceptre du héraut » ou ῥάβδος / *rhábdos*, « bâton ») est composé d'un bâton surmonté de deux ailes, autour duquel s'enroulent deux serpents qui se font face à son sommet. Apollon échangea avec Hermès sa baguette d'or contre une lyre. Lorsque Hermès voulut séparer deux serpents en lutte, ceux-ci s'enroulèrent autour de la baguette. Ce caducée est le sceptre porté par les hérauts, qui rend leur personne inviolable. À l'origine, il est simplement en olivier, encore avec ses branches. Par la suite, les branches sont enroulées autour du bâton pour figurer des serpents. Le caducée est utilisé par les médecins et le corps médical des armées. Il reste aujourd'hui encore un symbole du commerce comme de l'éloquence (il figure notamment sur la tribune de l'Assemblée nationale).



Figure 5 Caducée d'Asclépios (4)

Le caducée d'Asclépios (Esculape) est un bâton court (fig.5) le long duquel s'enroule un serpent ; plus tard, ce bâton fut surmonté du miroir de la prudence. À l'origine, dans la mythologie grecque, il est l'attribut du dieu Apollon, dieu de la lumière, de la vérité et de la prophétie, qui l'offre à Asclépios (son fils et dieu de la médecine). Asclépios aurait appris l'art de la guérison du centaure Chiron. Mais Zeus, roi des dieux, craignait que les savoirs d'Asclépios ne rendent tous les hommes immortels. Zeus mit donc fin à la carrière terrestre d'Asclépios, qui fut foudroyé. Plus tard, Asclépios fut élevé au rang de divinité. Ses fidèles dormaient dans ses temples, croyant qu'il prodiguait des traitements de remèdes curatifs aux malades pendant leurs rêves. Asclépios était généralement représenté debout, vêtu d'une grande cape, avec dans la main un bâton, autour duquel s'enroule un serpent. Le caducée d'Asclépios a été repris comme symbole par plusieurs professions médicales et paramédicales.

La bible, aux Nombres 21:9, fait référence au serpent sur un bâton : « Moïse fit un serpent d'airain et le plaça sur une perche, et quiconque avait été mordu par un serpent, et regardait le serpent d'airain, conservait la vie ». Le serpent serait donc lié à l'art de guérir.

Dans la mythologie grecque, Hygie (en grec ancien Ὑγιεία / *Hugieía* ou Ὑγεία / *Hugeía*, « santé »), fille d'Asclépios (dieu de la médecine) et d'Épione, est la déesse de la santé, de la propreté et de l'hygiène (le terme a été forgé à partir de son nom). Elle correspond à Salus chez les Romains. Sa sœur est Panacée et symbolise la médecine curative. (annexe p.201). Les Grecs l'honoraient comme une déesse puissante, chargée de veiller sur la santé des êtres vivants. Non seulement les hommes, mais tous les animaux étaient l'objet de ses soins.

C'est elle qui suggérait mystérieusement aux uns et aux autres le choix des aliments nécessaires à leur existence et les remèdes appropriés à leurs maux ; elle personnifiait en quelque sorte l'instinct de la vie et, en soutenant les forces des mortels, en prévenant même la maladie, évitait à son père la peine d'intervenir continuellement afin d'alléger ou de guérir la douleur. Elle fut plus tard associée à la lune. (annexe p.198).

Les caducées dans la littérature (56)

Dans *Les Vies des grands capitaines* - Hannibal de Cornélius Népos : « Hannibal, pour indiquer clairement aux siens où se trouvait Eumène, envoie un messager dans un esquif avec le caducée. » Le caducée était un symbole de paix mais c'est aussi une allusion aux serpents venimeux utilisés pour effrayer les Pergaméniens.

Dans le livre I des *Métamorphoses* d'Ovide : « Mercure met à ses pieds des ailes, dans sa puissante main le caducée qui fait naître le sommeil, et sur sa tête un casque [...]. Il se sert de ce caducée, comme un berger de sa houlette, pour conduire [...] un troupeau de chèvres »

Dans la vie de Thésée de Plutarque : « Il [le héraut] accepta les couronnes ; mais, au lieu de les mettre sur sa tête, il en entoura son caducée. ».

En 1631, dans *Clitandre* de Pierre Corneille, Pymante dit :

« Mercure avec son caducée

M'en fasse après ma mort l'ouverture forcée; »

En 1652, dans le livre IV de *Virgile travesti* de Paul Scarron : « le Dieu porte-caducée » désigne Mercure, et avant :

« Et puis il prit son caducée :

C'est une verge entrelacée

D'un couple de beaux serpents,

Entortillés, et non rampants. »

Dans *L'Éléphant et le Singe de Jupiter* dans les *Fables* (1668-1694) de Jean de La Fontaine, le singe de Jupiter porte un caducée.

Dans *Le Chant de l'arène* (1819-1827) dans *Odes et Ballades* de Victor Hugo :

« Une chlamyde éblouissante

De Sydon, qui, riche et puissante,

Joint le caducée au trident. »

En 1829, dans *l'Hymne au Christ* des Harmonies poétiques et religieuses d'Alphonse de Lamartine :

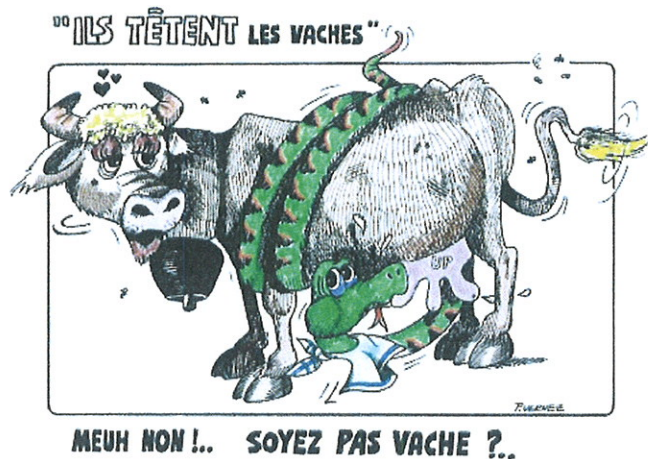
« Comme des dieux menteurs disparus à ta voix,
De ces porteurs de foudre ou du vil caducée, »

Dans *La Maison du berger* I chapitre des *Destinées* (1864) d'Alfred de Vigny : « Béni soit le Commerce au hardi caducée ... »

Mythes et légendes, illustrations de P. Vernez (50)

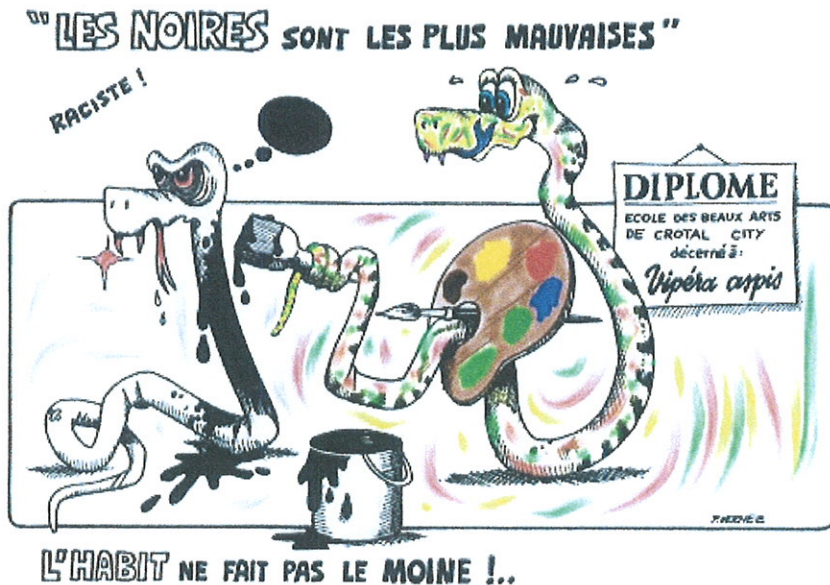
Les serpents occupent une place très particulière dans la psychologie humaine. Selon les époques, les civilisations et les religions, ces animaux sont considérés comme des représentations divines, parfois maléfiques, vénérées ou plus fréquemment et malheureusement pour eux, ils sont vus comme des objets de répulsion et ils sont alors massacrés sans pitié.

Les serpents ne têtent pas les vaches: l'absorption de lait serait d'ailleurs incompatible avec leur métabolisme. Les serpents exceptionnellement trouvés dans des étables ont été simplement attirés par la chaleur dégagée par le bétail.



Les vipères noires ne sont pas plus dangereuses que les autres:

Les vipères aspic de chez nous vivent en plaine et jusqu'à 1800 m. Plus l'animal vit en altitude, plus son marquage noir est prononcé pour mieux capter le rayonnement solaire qui lui permet de se chauffer. Les vipères entièrement noires sont qualifiées de "mélanique", mais ne possèdent pas un venin plus toxique que les autres.



Les serpents n'hypnotisent pas leur proie:

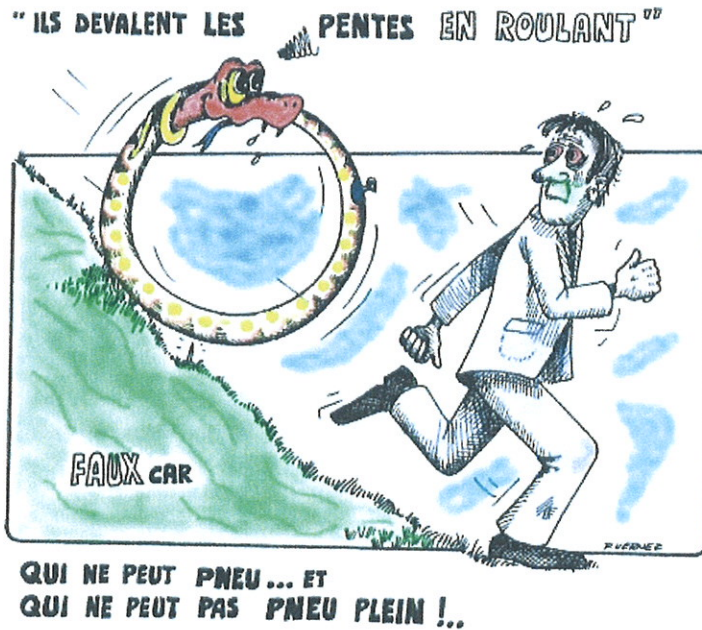
La fixité de leur regard est due à l'absence de paupières. La proie semble tétanisée, mais elle s'est simplement rendue compte du danger et s'immobilise pour cesser d'attirer l'attention du serpent.

Les serpents constricteurs, boas, pythons, couleuvres, ne broient pas les os de leur proie:

Le serpent enroule ses anneaux autour de la proie, enserrant ainsi sa cage thoracique et l'empêchant de reprendre son souffle. La proie n'est pas étranglée, mais elle périt par suffocation et aucun os n'est brisé.

Le serpent ne poursuit jamais l'homme:

Mais il va tenter de se défendre si vous l'importunez ou si vous l'empêchez de fuir. Si lors d'une randonnée vous avez la chance d'apercevoir un serpent, arrêtez-vous à distance et observez-le, avant qu'il ne fuie dès qu'il se sera rendu compte de votre présence.



Un serpent ne pique pas:

La langue n'est pas un dard, c'est un organe sensoriel important. (fig.6)



Figure 6 Langue bifide du serpent

Les serpents ne sont pas gluants:

Leur peau est sèche et propre, son toucher rappelle la souplesse d'un bon cuir.

Les serpents ne mangent pas l'homme:

Son odeur ne correspond pas à celle d'une proie, et celui-ci serait trop gros pour être ingurgité.

Les « lâchers de vipères » n'existent pas:

Depuis plusieurs années des rumeurs persistantes font croire que de grandes quantités de vipères seraient relâchées dans la nature. Il y a longtemps que des naturalistes en tout genre étudient la faune reptilienne de ce pays en prélevant quelques spécimens de vipères pour en observer les mœurs chez eux. Suite à leurs observations, les vipères ont été remises en liberté, mais pas toujours à l'endroit du prélèvement, il est vrai. Certains habitants de nos campagnes en ont été témoins... Et la rumeur est née... Et la rumeur a soigneusement été entretenue par certains, beaucoup plus malins que les autres, car si l'on arrive à faire croire que tel terrain, ou telle parcelle est envahie de vipères à cause d'un "lâcher", le prix dudit terrain va fortement baisser... Devinez la suite...

Par contre, il est vrai qu'une population de vipères peut se déplacer suite à une modification de son habitat, comme par exemple une construction, ou le bétonnage de murs et murets qui l'empêche d'y trouver refuge, ou des arbres qui ont trop poussé et réduisent l'ensoleillement de son territoire, ou l'emploi de produits qui exterminent les rongeurs ou les lézards dont elle se nourrit, les causes peuvent être nombreuses. Mais en aucun cas des vipères auraient été élevées dans le but d'être relâchées dans la nature. Et il n'y aurait de plus aucun intérêt à relâcher des vipères qui entreraient en compétition alimentaire avec les vipères déjà présentes.

**UNE BONNE CHÛTE
POUR CLORE
LE CHAPITRE !..**

**"LES LÂCHER
DE VIPERES"**



GENERALITES

Embranchement des Vertébrés (crâniates) et classification (82) (annexe p.204)

Il s'agit de l'embranchement du règne animal le plus élevé en organisation. On peut noter :

-La formation de la colonne vertébrale, d'où les Vertébrés tirent leur nom.

-Le système nerveux devient plus complexe. De l'encéphale partent au moins 10 (12 chez les Vertébrés les plus évolués) paires de nerfs crâniens. Il se développe aussi des organes sensoriels pairs dans la majorité des cas protégés ainsi que l'encéphale par un neurocrâne, d'où leur nom de crâniates.

-Seule la reproduction de type sexué existe, avec des sexes séparés (gonochorisme).

-Chez tout Vertébré, il est possible de distinguer fondamentalement 3 régions corporelles dont les importances relatives peuvent varier considérablement selon le groupe ou le mode de vie considérés : la tête qui contient l'encéphale, le pharynx et la plupart des organes des sens ; le tronc qui renferme les viscères (cœur, appareils digestif et uro-génital) ; la région caudale plus ou moins représentée, parfois réduite ou quasiment disparue.

A l'époque de Linné, c'est-à-dire au milieu du XVIIIe siècle, les Vertébrés étaient répartis en 4 classes : Poissons ; Amphibiens ; Oiseaux ; Mammifères. Les Amphibiens représentaient un groupe bâtard puisque réunissant outre des Amphibiens classiques, des formes classées maintenant dans les Reptiles. Ce n'est que progressivement et au début du XIXe siècle que les Reptiles sont définis comme une classe à part entière s'ajoutant aux 4 autres. Il existe donc 5 grandes classes :

- **Poissons ;**
- **Amphibiens ;**
- **Reptiles ;**
- **Oiseaux ;**
- **Mammifères.**

On désigne l'ensemble des Amphibiens + Reptiles + Oiseaux + Mammifères sous le nom de Tétrapodes. D'autre part, Poissons et Amphibiens sont communément désignés sous le nom d'Anamniotes, tandis que l'ensemble Reptiles, Oiseaux et Mammifères représentent les Amniotes. Puis plus récemment, l'étude de l'architecture du squelette viscéral a montré la nécessité de subdiviser l'embranchement des Vertébrés en 2 sous-embranchements d'importances très inégales : un premier sous-embranchement correspond à des êtres avec une bouche dépourvue de mâchoires : c'est le sous-embranchement des Agnathes.

Le reste, c'est-à-dire l'immense majorité, se répartit dans le sous-embanchement des Gnathostomes (bouche pourvue de mâchoires) et qui comprend donc les 5 classes précédemment énoncées. (fig. 7 et 8)

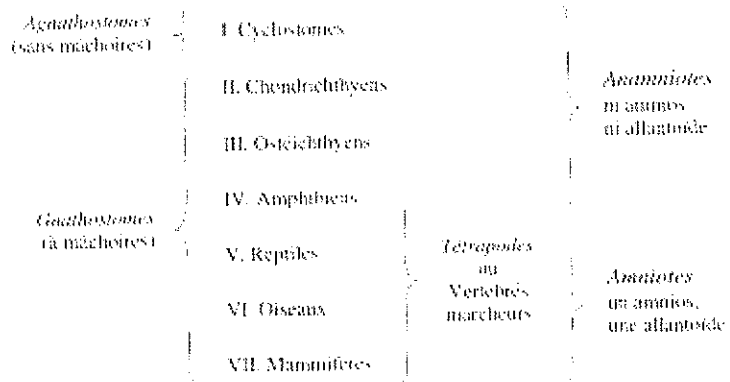


Figure 7 Classification des vertébrés (8)

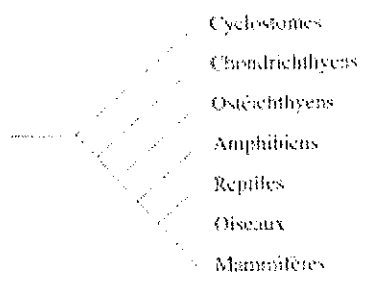


Figure 8 Relations de parenté entre les classes de reptiles (8)

Les herpétologues étudient les serpents. La systématique des reptiles et squamates étant en pleine mutation, les classifications proposées peuvent différer selon les sources et les moments (25). (annexe p.207).

Alors que la conquête du milieu terrestre n'est que très incomplète chez les Amphibiens, qui restent encore en partie inféodés au milieu aquatique originel, une étape décisive se réalise avec l'apparition, au cours du développement, des annexes embryonnaires (amnios, d'origine ectomésoblastique et allantoïde). Les reptiles se sont définitivement affranchis du milieu aquatique par l'œuf amniotique. Le développement larvaire est remplacé par le développement de l'embryon dans l'amnios.

La respiration est pulmonaire ; la peau se recouvre de phanères : les phanères épidermiques cornés qui donneront des écailles cornées. C'est vraisemblablement au cours du Carbonifère que ces structures apparaissent et permettent une adaptation au milieu terrestre.

Les Reptiles actuels dérivent vraisemblablement de formes telles que les Sermouriamorphes du Permien qui sont à l'origine des phylums des Sauropsidés et des Thérapsides qui se différencient par la structure de l'oreille moyenne.

Les Sauropsidés sont à l'origine des principaux ordres des Reptiles et Oiseaux, tandis que les Thérapsides sont à l'origine des Mammifères. Ce groupe des Reptiles est devenu extrêmement riche au Secondaire et est très réduit actuellement.

Les Reptiles actuels ont en commun :

- d'être des Amniotes ;
- de ne pas présenter de métamorphoses ;
- d'être poïkilothermes, d'où la vie préférentielle dans les régions chaudes et nécessité de vie ralentie en hiver dans les régions tempérées ;
- d'avoir une peau sèche couverte de phanères représentés par des écailles imperméables à l'eau (adaptation à la vie terrestre) ;
- d'avoir un rein composé d'un métanéphros ;
- de présenter enfin une démarche rampante en raison de membres courts disposés latéralement.

Phylum des Sauropsidés

Le phylum des Sauropsidés regroupe les 4 principales sous-classes :

a) *Sous-classe des Anapsides* : il y a absence de fosses temporales en arrière de l'orbite, les seules ouvertures sont les narines, les orbites et le foramen périnéal. Les Cotylosauriens, tous fossiles, herbivores de 3 m de long avec comme exemple : *Bradysaurus*.

➤ - **Ordre des Chéloniens** : ce sont les tortues actuelles caractérisées par un bec corné, une carapace avec bouclier de kératine et plastron doublés d'écailles cornées. Elles apparaissent au Trias et sont très isolées. Certaines peuvent atteindre un poids de 500 kg et leur longévité est estimée à 100 ans. Elles sont carnassières ou végétariennes, toujours sans dents. Les mâchoires sont recouvertes d'écailles, ils n'ont pas de dents. Ils sont terrestres bien que certaines espèces retournent à l'eau. La ponte s'effectue à terre.

b) *Sous-classe des Euryapsides* : ce sont des Reptiles fossiles, les Plésiosaures, caractérisés par un cou très long et une queue relativement courte. Ces Reptiles mesuraient de 3 à 12 m de long.

c) *Sous-classe des Parapsides* : la fosse temporale est en position haute. Ce sont des formes toutes fossiles (Ichthyosauriens), adaptés à la nage pélagique. Il y a développement d'un post frontal et d'un supra temporal qui forme la bordure inférieure de la fosse temporale. Ces Reptiles avaient une forme générale de poisson avec museau allongé et de nombreuses dents. Les membres sont des palettes natatoires. La nageoire caudale était puissante. Ils mesuraient de 50 cm à 10 m de long.

d) *Sous-classe des Diapsides* : c'est la sous-classe la plus importante, caractérisée par l'existence de deux fosses temporales, avec de nombreuses espèces fossiles à l'origine de tous les Reptiles actuels, Chéloniens mis à part.

➤ - *Ordre des Rhynchocéphales (bec-tête)* ils apparaissent au Trias et présentent de nombreux caractères primitifs (œil pinéal). Ils sont représentés actuellement par un seul genre relique, véritable fossile vivant, le Sphénodon (ou Hatteria) de Nouvelle-Zélande. Cet animal vit sur les rochers du détroit de Cook (60 cm de long). C'est une forme ovipare. Il a conservé un caractère primitif : un troisième œil (œil pinéal) au-dessus du crâne (organe sensible uniquement à la lumière).

➤ - *Ordre des Squamates* : c'est le plus important, il représente 98% des reptiles (5000 espèces). Ils apparaissent au Trias et se développent au début secondaire. Le crâne est de type diapside, mais l'arcade temporale inférieure manque. Les os de la tête manifestent une streptostylie. Ils se divisent en Lacertiliens et en Ophidiens. Ils ont deux caractères particuliers :

- Les mâles ont un *double pénis* (fonctionnel selon la position pendant l'accouplement).
- *L'os carré*, au niveau du crâne, *est mobile* et permet ainsi une grande ouverture de la gueule).

Sous-ordre des Lacertiliens ou encore Sauriens, ont un corps allongé, des membres courts, un cou court, des plaques dermiques sur la tête. La mue s'effectue par lambeaux, la queue est autotomisable et peut régénérer, mais souvent anormalement. La tendance à la régression des membres est manifeste chez certains genres comme le Seps (Chalcides) et l'Orvet (Anguis), apode. La taille des Lacertiliens peut aller jusqu'à 2 m environ (3,5 m pour le dragon de Komodo). Leurs paupières sont mobiles, le tympan est visible de l'extérieur (derrière les yeux). Les écailles ventrales sont disposées sur plusieurs rangs. Les Lacertiliens se subdivisent en Gekkomorphes, Iguanomorphes, Scincomorphes (lézards vrais et Seps) et Anguimorphes avec les Orvets, les Varans et *Heloderma*, seul lézard venimeux connu.

Sous-ordre des Ophidiens comprend près de 2 500 espèces (moins de 300 sont réellement dangereuses pour l'homme). (57) Chez les Ophidiens, la mue s'effectue globalement. Ils se caractérisent par un corps très long et une absence de pattes (apodie), suivie d'ailleurs d'une absence de ceintures sauf chez certains constricteurs type *Boa* ou *Python* où se manifeste un vestige de ceinture pelvienne et 2 griffes correspondant à un vestige de membre postérieur. Le squelette axial possède de nombreuses vertèbres et des côtes sans sternum. La bouche s'ouvre très largement grâce à une articulation particulière, les os de la tête étant reliés entre eux par des ligaments lâches. Les 2 demi-mandibules sont non soudées et simplement reliées par un ligament élastique. Ceci permet les mouvements des mandibules et des mâchoires dans le sens vertical ou latéral pour avaler des proies volumineuses. Leurs paupières sont soudées et transparentes. Ils n'ont pas de tympan. Les écailles ventrales sont sur une rangée de la tête à l'anus. Certaines espèces produisent du venin dans des glandes salivaires modifiées. C'est un groupe terrestre avec quelques retours à l'eau. (annexe

Parmi les 9 super-familles, les plus connues sont :

1) **La super-famille des Boïdés** : constricteur non venimeux : *Boa*, *Python*.

2) **La super-famille des Colubridés** : la classification se fait d'après la dentition.

- Les **Aglyphes**, non venimeux (absence de sillon permettant l'écoulement du venin). ex : couleuvre à collier.
- Les **Opisthoglyphes**, avec la couleuvre de Montpellier : les crochets ont une gouttière ouverte, mais ces crochets sont situés très en arrière et ne sont donc pas dangereux pour l'homme. **Les Colubridés opisthoglyphes** : *Dyspholidus*, *Boiga*, *Telescopus*, *Heterodon*, *Ahaetulla*, *Chrysopelea*... Environ un tiers des colubridés serait opisthoglyphe.

3) **La super-famille des Protéroglyphes** : les dents sont en position antérieure et très longues, formant crochets. Ils injectent du venin en mordant. Par exemple, le Naja à venin très toxique et *Dendroaspis*, le Mamba. **Les Elapidés** sont des serpents protéroglyphes dont la morsure bien que dangereuse est généralement peu ou pas douloureuse. On les divise en 2 sous familles : les terrestres (43 genres dont Naja, Micrurus, Dendroaspis, Bungarus, Aspidelaps...). On peut facilement les confondre avec des couleuvres en raison des grandes plaques qu'ils ont sur la tête. On les trouve en Amérique Centrale et du Sud, Afrique, Asie et Australie ; et les marins ou Hydrophéidés (17 genres dont Pelamis, Laticauda, Hydrophis...)

4) **La super-famille des Solénoglyphes** : famille des **Vipéridés** et **Crotalidés**.

e) *Sous-classe des Archosauriens*, Reptiles de type diapside, c'est-à-dire qu'il y a deux fosses temporales. Parmi eux de nombreuses formes fossiles, dont les ordres suivants :

- Ordre des Thécodontes
- Ordre des Saurischiens
- Ordre des Ornithischiens
- Ordre des Ptérosauriens
- Ordre des Crocodiliens : Ils ont développé des pattes postérieures palmées pour la nage (le déplacement est assuré par la queue). Les narines et les yeux sont repoussés vers le haut du crâne (crocodile, gavial, caïman et alligator).

f) *Sous-classe des Synapsides* : ce sont des formes fossiles ayant vécu du Permien au Trias. Ils sont à l'origine de la lignée mammalienne.

Les origines, dispersion et radiation évolutive

« Reptile » signifie « *qui rampe* », bien que ce ne soit pas une caractéristique universelle de cette classe. Ce sont des animaux vertébrés, tétrapodes, amniotes, et membres de la classe des sauropsidés, regroupant les animaux terrestres poïkilothermes, au sang froid, à respiration aérienne et dont le corps est recouvert par des écailles. Autrefois considéré comme un taxon scientifique, ce regroupement s'est révélé être non pertinent pour comprendre l'évolution puisque les reptiles ne forment pas un groupe monophylétique mais un groupe paraphylétique : certains reptiles ont donné naissance aux oiseaux et les reptiles mammaliens ont donné naissances aux mammifères.

Les reptiles sont divisés en quatre ordres : les tortues (testudinata), les crocodiles (crocodilia), les rhynchocéphales (rhynchocephalia) et les squamates (squamata), eux-mêmes subdivisés en trois sous-ordres : les lézards (sauria) écailles semblables dessus et dessous, paupières présentes ; les amphisbéliens (amphisbaenia) ; et les serpents (serpentes) écailles différentes dessus et dessous, paupières absentes, sternum et pattes absentes. (15)

Les premiers serpents sont supposés descendre d'un groupe de lézards qui auraient progressivement perdu leurs pattes du fait de leurs mœurs fouisseuses (un habitat souterrain rendant les pattes superflues). Les lézards appartenant à plusieurs familles actuelles ont encore tendance à perdre leurs pattes pour la même raison, mais il est peu probable que les serpents aient évolué à partir des espèces apodes existantes.

Le plus ancien serpent connu est une espèce terrestre, *Lapparentophis defrennei*, qui vivait dans la région correspondant à l'Afrique du Nord, il y a 100 à 150 millions d'années. Le fossile suivant est celui d'un serpent marin du genre *Simoliophis*, dont les restes, datés d'environ 100 millions d'années ont été trouvés dans des parties de l'Europe et d'Afrique du Nord autrefois immergées. Les fossiles sont ensuite intermittents, mais ceux que l'on a découverts dans le monde entier, et qui datent de 65 millions d'années, témoignent que les espèces de serpents étaient alors plus nombreuses.

Certains fossiles appartiennent à des espèces qui se sont éteintes par la suite, mais un certain nombre sont très proches des espèces actuelles appartenant aux deux anciennes familles que sont les cylindrophéidés et les boïdés. Il n'existe pas de fossiles représentant les serpents actuels les plus primitifs (serpents-fils et serpents aveugles), car le squelette de leurs ancêtres était trop petit et trop fragile pour subsister.

A l'époque où les serpents ont évolués, la Terre subissait de spectaculaires changements. La grande majorité des serpents étant des animaux terrestres, avec peu de possibilités de traverser les océans, ces bouleversements tectoniques eurent d'importantes répercussions sur leur répartition. Les serpents les plus primitifs ont pu se disséminer sur les continents encore unis les uns aux autres, tandis que la dispersion des serpents plus récents fut limitée par la barrière des mers.

En examinant la répartition actuelle des serpents, il est possible de déterminer, dans une large mesure, quand ils sont apparus et comment ils se disséminèrent. Il est clair, par exemple, que les serpents d'Amérique du Nord ont plus de traits en commun avec ceux d'Europe et d'Asie qu'avec ceux d'Amérique du Sud, et que les espèces sud-américaines ont des affinités avec celles d'Afrique et de Madagascar.

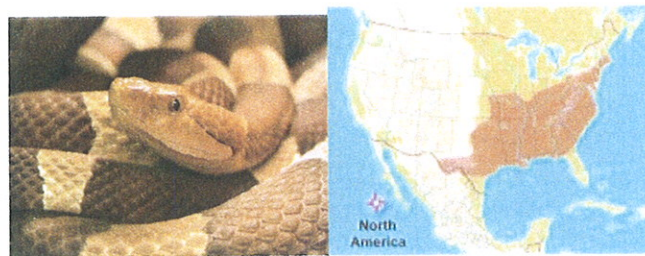
Certaines espèces ont effectué d'étonnants périples. Les boas de la Nouvelle-Guinée et les îles voisines du Pacifique Sud sont venus des côtes occidentales de l'Amérique du Sud. Ils ont pu être transportés sur un radeau de végétaux déracinés, leur aptitude à passer de longues périodes sans manger expliquant leur survie. Peut-être qu'une seule femelle gestante est venue s'échouer sur une plage et a été le point de départ d'une nouvelle colonie.

Comme il existe différents milieux, chaque espèce de serpent a évolué d'une façon différente pour s'adapter afin de survivre. La température, la lumière et l'eau sont les composants les plus importants pour les serpents. Les serpents se trouvant dans des habitats nouveaux ou modifiés durent s'adapter, afin d'éviter une compétition directe avec une autre espèce ou pour exploiter une ressource alimentaire ou spatiale. Ils ont pu changer physiquement, ou leur livrée a pu se modifier pour se fondre dans leur nouvel habitat.

Les serpents ont ainsi réalisé une radiation évolutive, en prenant de nouvelles formes au fil des générations. Bien que la grande majorité des espèces ne se soient pas adaptées à temps et aient disparu, celles qui se sont bien adaptées ont proliféré, allant même jusqu'à évincer d'autres espèces. La situation continue aujourd'hui à évoluer, avec des populations qui se répandent ou se retirent de leur aire de répartition, de sorte que l'ensemble des espèces existantes est en flux constant, avec des effectifs qui augmentent et d'autres qui diminuent.

Quelques répartitions géographiques (52-57)

Comme les autres reptiles, les ophidiens sont surtout diversifiés dans les régions tropicales, tant en Amérique du Sud qu'en Afrique, en Asie et en Australie. Quelques familles sont localisées sur un seul continent : les uropeltidés et les xénopeltidés n'habitent que l'Asie méridionale. Les vipéridés ne peuplent que l'Ancien Monde, tandis que les colubridés ont une répartition quasi cosmopolite. Le nombre d'espèces d'ophidiens décroît à mesure que l'on s'avance vers le nord. Aucun ophidien n'existe en Irlande.



Mocassin à tête cuivrée / venimeux (*Agkistrodon contortrix*)

Groupe C: solénoglyphe

Alimentation: rongeurs, oiseaux, batraciens, Lézards Taille maximum: 135 cm



Vipère sauteuse / très venimeux (*Atropoides nummifer*)

Groupe C: solénoïd

Alimentation: petits mammifères, lézards, amphibiens Taille maximum: 100 cm



Vipère du Gabon / très venimeux (*Bitis gabonica*)

Groupe C: solénoïd

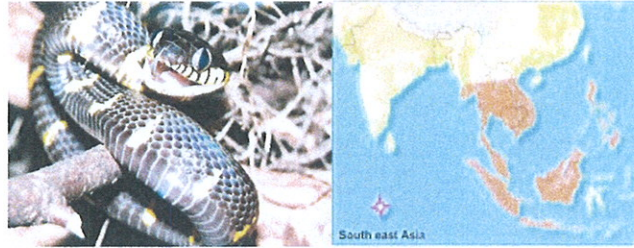
Alimentation: rongeurs, petits mammifères, oiseaux Taille maximale: 180 cm



Boa constrictor / non venimeux (*Boa constrictor*)

Groupe A: aglyphe

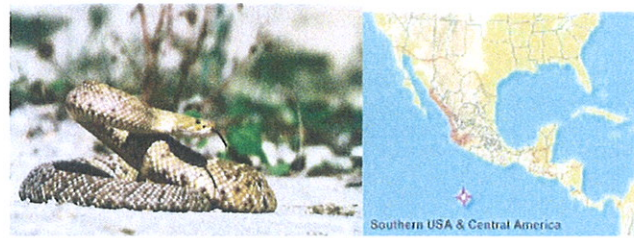
Alimentation: mammifères, oiseaux Taille maximum: 350 cm



Serpent des mangroves / venimeux (*Boiga dendrophila*)

Groupe B: opistoglyphe

Alimentation: oiseaux, petits mammifères Taille maximale: 160 cm



Crotale diamantin du Mexique / très venimeux (*Crotalus basiliscus*)

Groupe C: solénoglyphe

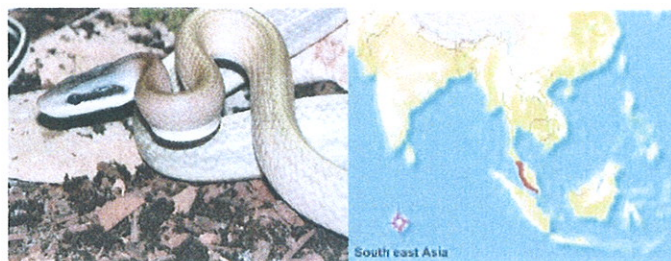
Alimentation: petits mammifères Taille maximum: 200 cm



Mamba de Jameson / très venimeux (*Dendroaspis jamesoni*)

Groupe D: proteroglyphe

Alimentation: rongeurs, petits mammifères, oiseaux Taille maximum: 220 cm



Serpent ratier des cavernes / non venimeux (*Elaphe taeniura ridleyi*)

Groupe A: aglyphe

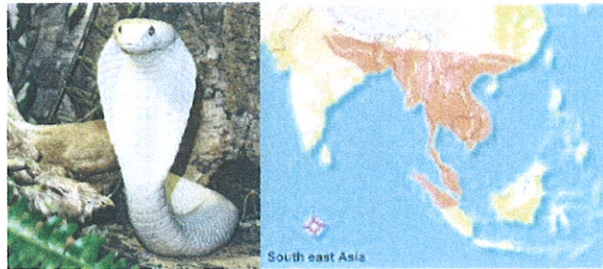
Alimentation: petits mammifères, oiseaux, lézards Taille maximale: 250 cm



Serpent roi de l'Arizona / non venimeux (*Lampropeltis pyromelana*)

Groupe A: aglyphe

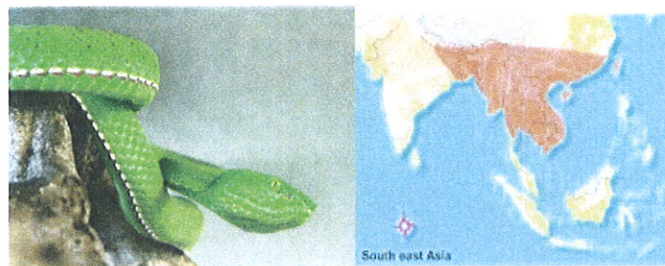
Alimentation: rongeurs, lézards, serpents, amphibiens Taille maximum: 100 cm



Cobra à monocle blanc / très venimeux (*Naja kaouthia*)

Groupe D: protéroglyphe

Alimentation: petits mammifères Taille maximum: 250 cm



Vipère des bambous chinoise / venimeux (*Trimeresurus stejnegeri*)

Groupe C: soléno-glyphe

Alimentation: petits rongeurs, lézards, oiseaux Taille maximum: 85 cm

Tous les serpents sont pourvus de glandes venimeuses, glandes salivaires transformées. Les serpents qui possèdent en plus un appareil vulnérant (=crochets venimeux) sont les glyphodontes. Les serpents sans crochets sont les aglyphes.

Rythmes journalier et annuel (57)

Les serpents ont rarement un cycle journalier bien déterminé. Ainsi, ceux qui vivent dans les déserts deviennent nocturnes pendant l'été, afin d'échapper à la chaleur du jour. De même, en été, la couleuvre à collier chasse surtout la nuit, adaptant son rythme biologique à celui de ses proies. La régulation thermique joue en effet un grand rôle dans le cycle quotidien des ophidiens : ils peuvent se protéger de la chaleur en se réfugiant sous terre ou, au contraire, en profiter en s'aplatissant sur le sol.

Un rythme annuel est bien marqué chez les serpents : à l'automne, les espèces des régions tempérées entrent en léthargie. Elles passent l'hiver dans un terrier ou sous des débris végétaux, en général à très faible profondeur. Plusieurs individus (quelquefois d'espèces différentes) hibernent parfois ensemble.

Thermorégulation

Alors que les oiseaux et les mammifères produisent leur propre chaleur : la température corporelle des serpents est fonction de sources externes, tel le soleil. Pour la plupart des espèces, la température idéale avoisine les 30°C. A une température inférieure, les serpents deviennent léthargiques, et leurs fonctions physiologiques chutent ou cessent. A une température plus élevée, ils souffrent d'épuisement et finissent par mourir.

La thermorégulation des serpents dépend de l'endroit où ils vivent. Sous les tropiques, la température est assez stable, et les serpents ont donc rarement besoin de prendre un bain de soleil. Dans les endroits froids, ils doivent souvent changer de position. Ceci explique en partie pourquoi les serpents sont plus nombreux dans les pays chauds, et pourquoi la diversité des espèces décroît en allant vers les pôles.

Seuls les serpents très spécialisés peuvent survivre dans des conditions extrêmes, et peu d'espèces vivent dans des régions très éloignées de l'équateur ou de hautes altitudes. La température ne s'y élève guère au-dessus de 0°C une bonne partie de l'année. Les serpents y sont toujours petits et souvent sombres, afin de pouvoir se réchauffer rapidement. Ils hibernent et sont la plupart ovovivipares : en s'exposant au soleil, ils peuvent mieux utiliser leur corps pour favoriser le développement de leurs embryons.

Les serpents des déserts ont aussi adaptés leurs comportements pour faire face aux conditions extrêmes. Ils ne peuvent être actifs qu'une partie de l'année et rester cachés dans des terriers durant la saison torride, ou ne devenir actifs que pendant quelques heures au milieu de la nuit. Durant l'hiver, ces mêmes espèces peuvent n'être que diurnes, pour éviter la fraîcheur nocturne. Les espèces fouisseuses ou aquatiques ont peu de possibilités de réguler leur température corporelle et vivent donc habituellement dans des forêts tropicales ou des marécages, où la température est chaude et constante.

Régime alimentaire (57)

Tous les serpents sont carnivores, mais, selon les espèces, ils mangent une très grande diversité de proies, des fourmis aux antilopes, pourvu qu'elles soient vivantes ou mortes depuis peu. Tous avalent leurs proies en entier, les uns ingérant des animaux vivants, petits et sans défense, les autres tuant de grosses proies en les étouffant ou avec leur venin.

Les serpents arboricoles chassent fréquemment les oiseaux, tandis que les espèces fouisseuses recherchent fourmis et termites. Une couleuvre sud-américaine (*Dipsas indica*) se nourrit uniquement d'escargots, qu'elle extrait de leur coquille à l'aide des dents de sa mandibule.

Les ophidiens, qui peuvent déformer leur bouche de manière extraordinaire, avalent leurs proies, en général la tête la première, grâce à des mouvements alternés des demi-mâchoires.

Si les boas, les pythons et les vipères chassent surtout à l'affût, les couleuvres et les cobras recherchent leurs proies de façon plus active. La vue comme l'odorat sont alors mis à profit, ainsi que l'organe de Jacobson, particulièrement utile dans cette quête. Les crotales, grâce à leurs fossettes faciales, peuvent détecter, à une distance de 2 m, la chaleur émise par un rongeur.

Le venin des espèces qui en possèdent sert à mettre à mort les proies : certains serpents retiennent l'animal frappé, puis le lâchent pour l'avalier par la tête, alors que les vipères peuvent le laisser continuer son chemin avant de partir à la recherche de l'odeur de la dépouille.

Certains serpents sont des spécialistes, ne se nourrissant que d'un seul groupe d'animaux, tels que les limaces ou des escargots, voire d'une seule espèce. D'autres sont des généralistes, qui mangent à peu près tout ce qu'ils peuvent avaler. Les poissons d'eau douce sont consommés par de nombreuses espèces aquatiques ou amphibies, y compris quelques vipéridés. Trois espèces de serpents marins ne se nourrissent que d'œufs de poissons le long des récifs coralliens et ont de ce fait perdu leur appareil venimeux au cours de l'évolution.

Prédation passive

Certains serpents ne recherchent pas leur nourriture de façon active, mais attendent qu'elle vienne à eux. Ils se rencontrent dans plusieurs familles, en particulier chez les vipéridés et les plus grands boïdés et pythonidés. Ils ont un corps trapu et lourd, qui leur sert de point d'ancrage, lorsqu'ils attaquent. Ils sont bien camouflés, de façon à ce qu'une proie puisse s'en approcher sans les repérer. Certaines espèces sentent la présence d'une proie avec leurs fossettes thermosensibles et peuvent mordre avec précision, même dans l'obscurité.

Beaucoup doivent attendre longtemps, revenant au même affût plusieurs nuits de suite, avant de réussir une prise. Certains se postent à un endroit où des proies (souvent des mammifères) ont l'habitude de passer ; ils les identifient probablement à l'odeur. D'autres les attirent en se servant du bout de leur queue, souvent coloré différemment du reste du corps et ressemblant ainsi à un vers ou à une chenille (fig.9). Le serpent se tapit, en partie caché dans le sable ou parmi la végétation et se met en boucle de façon à ce que le leurre soit près de sa tête. Si une cible apparaît, le serpent agite sa queue et mord quand la proie s'approche pour l'examiner. En grandissant, la coloration de la queue s'atténue progressivement, le serpent change de technique

de chasse et choisit d'autres proies.



Figure 9 Bout de la queue jaune servant de leurre (57)

Prédation active

D'autres serpents vont à la recherche de leur nourriture. Les espèces nocturnes cherchent des lézards endormis dans des fentes de rochers ou parmi la végétation. Certaines espèces sondent les terriers des rongeurs, les trous d'arbres et autres abris. Les serpents malacophages traquent des escargots ou des limaces, en suivant leur trace de bave (fig.10), et beaucoup d'autres chassent aussi à l'odorat.



Figure 10 Suivre sa proie (57)

Les serpents aux gros yeux chassent plutôt le jour, en utilisant leur vue pour repérer des proies. Ils ont souvent une forme longue et mince et peuvent dresser la tête au-dessus du sol pour surveiller les environs. S'ils voient ou sentent une victime, ils s'approchent furtivement, puis l'attaquent subitement.

Constricteurs

Les petites proies, telles les grenouilles, peuvent être avalées vivantes, mais les plus grosses peuvent résister ou se débattre, et doivent donc être tuées, avant d'être mangées. Certains serpents se servent de la constriction. Présents dans plusieurs familles, les constricteurs sont le plus souvent associés aux boïdés, aux pythonidés et à divers groupes de colubridés. Ils capturent la proie avec leur gueule, puis l'enlacent dans leurs "anneaux" ; à chaque expiration de la victime, ils augmentent l'étreinte ; la proie est avalée en général une fois morte.

Oophagie

Un certain nombre de serpents mangent des œufs à coquille molle, comme ceux pondus par des lézards ou d'autres serpents, et quelques-uns au régime alimentaire varié, gobent les œufs d'oiseaux. Les dasypeltis, colubridés d'Afrique tropicale ou serpents mangeurs d'œufs, qui se nourrissent exclusivement d'œufs d'oiseaux, ont acquis des traits uniques pour traiter les coquilles dures : l'ouverture démesurée de la bouche est assurée par le ligament élastique réunissant les deux maxillaires; de plus, des apophyses vertébrales, qui font saillie dans l'oesophage, perforent la coquille de l'œuf, dont les débris sont ensuite vomis par le serpent.

Les serpents sont de véritables prédateurs, mais ils sont aussi considérés comme d'éventuelles proies par de nombreux animaux. Tous les serpents préfèrent éviter un conflit direct et ont recours à des stratégies défensives, qu'elles soient passives ou actives.

Camouflage (57)

La forme du corps des serpents facilite leur camouflage. Ils peuvent facilement en changer, en s'étirant ou en se lovant, et prendre toutes les formes intermédiaires, rendant difficile pour les prédateurs de s'en faire une image précise. La plupart des serpents ont une coloration qui se confond avec la roche, la végétation ou tout autre substrat sur lequel ils vivent. Là où une espèce se rencontre dans une vaste aire de répartition géographique et que le substrat varie, il est probable que sa livrée varie aussi, ce qui explique les différences de coloration entre les populations de la même espèce.

Cependant, peu d'espèces n'utilisent que la couleur pour produire leur effet de camouflage. Un serpent brun uni ne serait pas bien camouflé dans des feuilles mortes. A peu près tous les serpents ont des taches qui les aident à briser leur silhouette. Certaines espèces présentent une disposition spectaculaire de formes géométriques de différentes couleurs, qui, bien visibles sur un fond uni, font disparaître le serpent dans son habitat de prédilection. Beaucoup d'espèces à livrée cryptique ont une ligne passant entre leurs yeux pour cacher un trait qui pourrait signaler leur présence à un prédateur. Grâce à leurs couleurs, les constricteurs se dissimulent dans les forêts tropicales ; les couleuvres arboricoles ressemblent à des lianes ; la vipère de l'erg prend la couleur des sables.

Livrée aposématique et Polymorphisme

Certaines espèces utilisent une stratégie opposée au camouflage. Ces serpents sont vivement colorés pour avertir les prédateurs qu'ils sont venimeux (fig.11). La combinaison de couleurs la plus courante est rouge, noir et blanc (ou jaune), généralement en anneaux. Les serpents de ce type sont habituellement appelés serpents corail, dont les couleurs particulièrement voyantes ont un rôle avertisseur à destination de leur observateur ; elles se rencontrent également chez des couleuvres opisthoglyphes ou aglyphes. En Amérique du Nord, les « couleuvres-corail » présentent des anneaux rouges toujours bordés de noir, aussi, un dicton populaire rappelle « *Red on black, good for Jack* ». Les faux serpents corail se protègent grâce à leur livrée aposématique. Ces serpents incluent plusieurs espèces de serpents-rois du genre *Lampropeltis*. Avec ses bandes rouges, noires et blanches (fig., cet inoffensif serpent de lait ressemble étonnamment aux serpents corail, ce qui lui fournit une protection contre les prédateurs.



Figure 11 Mimétisme batésien (57)

Les couleurs d'avertissement ne sont pas restreintes aux serpents corail et à leurs copies. Un certain nombre de serpents du monde entier ont, par exemple, le dessous du corps vivement coloré, qu'ils exhibent en cas de menace.

Dissimulation

Les serpents sont très doués pour se faufiler dans des espaces très étroits, comme des cavités sous les rochers ou des rondins, des terriers creusés par eux-mêmes ou d'autres animaux, des fentes rocheuses et, dans les régions habitées par l'homme, des trous dans les murs. Les espèces déserticoles, tel le céraste cornu, ont l'habitude de s'enfouir dans le sable pour éviter d'être détectées par d'éventuels prédateurs ou proies, ainsi que pour échapper à la chaleur torride du soleil de midi (fig.12).



Figure 12 Le céraste s'enfouit dans le sable, et jette du sable sur son dos.
Seul le sommet de la tête restera visible (57)

Volvation et autonomie

Un certain nombre de serpents, tels le python royal et quelques boas des forêts, réagissent au danger en se mettant en boule et en cachant leur tête dans leur anneaux (fig.13). D'autres dissimulent leur tête, mais dressent la queue pour détourner l'attention du prédateur et réduire le risque d'une blessure à la tête. Ces espèces ont une queue à bout arrondi, qui peut porter des motifs pour imiter la tête. Certains serpents sont même capables d'abandonner une partie de leur queue, comme le font les lézards. Les serpents sud-américains *Pliocercus elpoides* et *Scaphiodontophis venustissimus* ont des plans de fracture à travers leurs vertèbres caudales pour faciliter leur rupture. Quelques serpents africains, comme ceux du genre *Psammophis* et *Natriciteres*, font tournoyer rapidement leur corps, si on les saisit, de sorte que la queue peut se rompre même si elle est dépourvue de plans de fractures.



Figure 13 Volvation : le python royal s'enroule pour protéger sa tête au centre de ses anneaux ; il sort sa tête pour vérifier que le danger est passé (57)

Faire le mort

Simuler la mort fait partie du répertoire de quelques espèces de serpents, parmi lesquelles figure la couleuvre à collier, les hétérodons et le ringhal, ou cobra cracheur d'Afrique du Sud, *Hemachatus haemachata*. Le serpent se retourne ventre en l'air, la bouche ouverte et la langue pendante (fig.14). Une sécrétion nauséabonde est souvent produite en même temps, qui peut renforcer l'effet en faisant penser à un corps en décomposition. C'est toutefois une stratégie risquée, car, même si beaucoup de prédateurs évitent une proie déjà morte, certains ne dédaignent pas de manger de la charogne.



Figure 14 Feindre la mort : le serpent à nez de cochon *Heterodon platyrhinos*, fait le mort en se roulant sur le dos et en se tordant pour simuler l'agonie. Puis il reste complètement immobile avec la langue pendante

Intimidation

De nombreux serpents, même inoffensifs, essaient d'intimider des attaquants. Certains gonflent leur corps (fig.15), produisant souvent un sifflement, lorsque le serpent force de l'air à sortir par sa trachée. Les serpents-oiseaux et le boomslang gonflent leur gorge pour faire apparaître des motifs contrastés ou certaines couleurs entre leurs écailles, les serpent-perroquets ouvrent largement leurs mâchoires, exhibant une bouche très colorée qui tranche avec leur livrée verte.

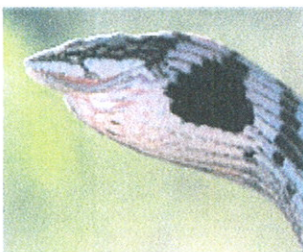


Figure 15 Intimider le prédateur (57)

Les attitudes défensives sont parfois suivies de fausses attaques, le serpent projetant sa tête vers l'avant sans toucher son ennemi. Même les serpents non venimeux peuvent infliger une morsure douloureuse, avec leurs longs crochets recourbés qui s'enfoncent profondément. Cela suffit souvent à éloigner les prédateurs, sauf les plus obstinés.

Signaux d'avertissement (35)

De nombreux serpents sifflent quand on les dérange, mais certains produisent des sons plus insolites, comme le bruit de grelot que font les crotales ou serpents à sonnette. Ils sont dotés d'un organe bruiteur fait de plaques cornées qui s'entrechoquent lorsque le serpent agite la queue (fig.16). Ce sont des restes kératinisés de l'extrémité de la queue. La première plaque du bruiteur se forme lors de la première mue du serpent, et une nouvelle plaque cornée s'emboîte sur la précédente à chaque mue, quatre ou cinq fois par an. On peut ainsi déterminer l'âge d'un crotale en comptant ses segments si le bruiteur est encore intact.

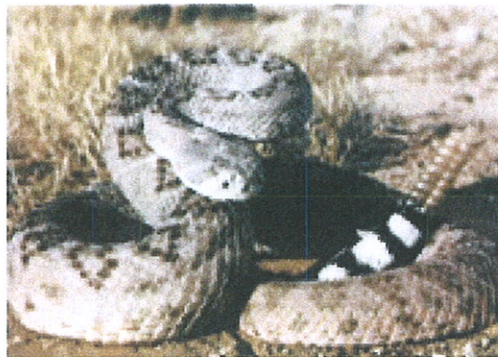


Figure 16 Extrémité de la queue d'un crotale (35)

Plutôt que de gaspiller du venin en mordant, le crotale du Texas utilise d'abord son bruiteur, ou cascabelle, pour dissuader un agresseur. Il dresse sa queue et produit un bruit de crécelle en l'agitant.

Les vipères déserticoles d'Afrique et d'Asie utilisent aussi des avertissements sonores. Le céraste cornu et les échides ont sur les flans des écailles denticulées, comme des morceaux de papier de verre, qu'ils frottent les unes contre les autres pour produire un crissement d'avertissement. Ils se lovent en prenant la forme caractéristique d'un fer à cheval et font bouger différentes parties de leur corps dans des sens opposés pour produire ce bruit.

Crachement

Les cobras cracheurs peuvent se défendre en crachant du venin. Les canaux à venin dans les crochets antérieurs ont un orifice apical si petit que le venin sort sous pression et peut être projeté à plus de 1 m de distance. Le serpent redresse la moitié antérieure de son corps, avant de cracher (fig.17). Le venin projeté par un cobra cracheur est dirigé vers les yeux et les muqueuses de tout prédateur éventuel. Il provoque une douleur instantanée, mais n'est pas mortel pour l'homme.

Lorsqu'ils chassent, les cobras cracheurs injectent leur venin en mordant de la même façon que les autres protérodonates.

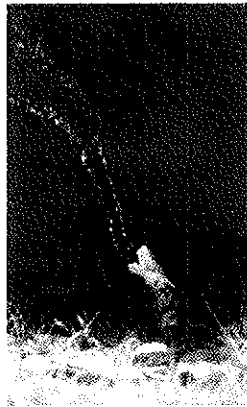


Figure 17 Projection du venin (35)

Mordre une proie

La façon dont les serpents venimeux mordent leurs proies varie d'une espèce à l'autre. Les vipéridés ramènent vers l'arrière la partie antérieure de leur corps en une boucle en forme de S, puis se redressent brusquement pour mordre. En même temps, ils ouvrent grand leurs mâchoires et rabattent leurs crochets pour les diriger vers l'avant. Les espèces de la famille des élapidés, mordent rapidement, tandis que certaines vipères fouisseuses mordent de côté. Ces espèces, qui chassent dans des galeries étroites, ont des crochets antérieurs spécialisés qu'ils peuvent faire pivoter sur le côté et faire saillir sans ouvrir la bouche.

Les prédateurs des serpents (57)

Les serpents constituent pour d'autres espèces animales une source de nourriture, occupant dans ce cas une place intermédiaire dans la chaîne alimentaire. Les prédateurs des ophidiens sont aussi variés que les classes zoologiques (mammifères, oiseaux, reptiles). Certains serpents sont ophiophages ("mangeurs de serpents"), tel le cobra royal. Parmi les mammifères, les mangoustes et les hérissons sont spécialisés dans la chasse aux serpents. Chez les oiseaux, le circaète jean-le-blanc, rapace européen de grande taille, et le serpentaire africain sont également des chasseurs d'ophidiens. Les crocodiles et alligators peuvent ingurgiter toutes sortes de serpents aquatiques ou autres traversant un plan d'eau. Malgré leurs cuirasses, les crocodiliens semblent craindre quelque peu les espèces venimeuses. Les tortues d'eau douce carnivores, surtout les tortues à carapace molle du genre *Trionyx*, très voraces, avalent des serpents semi aquatiques.

Les grands lézards carnivores n'hésitent pas à se mesurer aux serpents, même venimeux. L'attaquant s'enroule fortement autour du corps de sa victime, tandis que sa gueule progresse par mouvements alternatifs de la mâchoire en direction de la tête qu'il avalera en premier, sans se préoccuper d'éventuelles morsures contre lesquelles il est souvent immunisé. Et tout serpent ophiophage peut être amené un jour, selon les circonstances, à consommer un spécimen de sa propre espèce.

Outre les prédateurs directs, les ennemis potentiels des serpents comprennent aussi les micro-organismes et les parasites, ainsi que des animaux avec lesquels ils peuvent être en compétition alimentaire et/ou territoriale. Dans le cas de l'homme, les actions ne se limitent hélas pas à la simple prédation, mais relèvent de la destruction aveugle des animaux et/ou de leurs biotopes.

Equilibre hydrominéral

Une peau écailleuse n'est qu'un des moyens permettant aux serpents de résister à la déshydratation. Le degré d'imperméabilité de la peau dépend des origines du serpent. Ceux des régions sèches ou désertiques sont souvent bien dotés pour conserver leur humidité, alors que ceux des habitats humides se déshydratent rapidement. Les serpents réduisent aussi les pertes d'eau en éliminant leurs déchets azotés sous forme d'acide urique, qui ne nécessite que très peu d'eau pour être excrété.

Certains serpents s'enroulent pour réduire la surface d'évaporation. Quelques espèces déserticoles s'abstiennent de siffler afin de ne pas exhiler une eau précieuse. A la place, ces espèces ont des écailles spécialisées qu'ils frottent les unes contre les autres (stridulation), ou une queue formant un bruiteur (cascabelle), pour avertir les autres animaux.

De nombreux serpents déserticoles sont enfouis dans le sable pour échapper à la canicule. Les serpents des régions arides ont souvent une livrée pâle pour renvoyer la chaleur. Les régions tropicales fournissent des conditions idéales : température chaudes et humidité qui empêchent la déshydratation

Hiverner en hiver

Les rares espèces qui habitent les régions montagneuses hivernent jusqu'à 8 mois. Les serpents des hautes latitudes hivernent dans des terriers ou des cavités souterraines, pour échapper à la rigueur de l'hiver. Mais, à la fin de l'automne et au début du printemps, ils peuvent être surpris par une soudaine chute de température de l'air. A ces époques, quelques espèces produisent des substances « antigel » pour empêcher la formation de cristaux de glace à l'intérieur de leurs cellules.

Economiser son énergie

Les ectothermes peuvent exploiter des sources de nourriture rares ou saisonnières, car ils n'ont pas besoin d'utiliser leur énergie métabolique, comme les mammifères. On estime que les serpents peuvent survivre avec moins de 10% de la nourriture nécessaire aux oiseaux ou aux mammifères de taille équivalente. Lorsque la nourriture est rare, certaines fonctions cessent, pendant plusieurs mois au besoin, jusqu'à ce que la nourriture soit disponible.



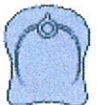
Dans les régions tempérées, les serpents profitent du soleil et retiennent sa chaleur.

Les serpents marins et les acrochordes se nourrissent d'animaux marins renfermant une forte proportion de sel : le déséquilibre hydrominéral est corrigé grâce à une glande sublinguale postérieure, dite glande à sel. L'eau salée s'y concentre et est conduite vers la gaine qui entoure la langue. En dardant sa langue sous l'eau, le serpent expulse une petite quantité de cette solution et maintient ainsi l'équilibre dans des limites acceptables. Dans l'eau, les serpents de régulent leur température corporelle en changeant de position.

L'anatomie des serpents, malgré leur forme allongée, a beaucoup de traits communs avec celle des autres vertébrés, y compris l'homme. Elle est basée sur les mêmes appareils et systèmes vitaux et présentent les mêmes organes : cœur, poumons, foie et reins. Mais leur forme et leur disposition diffèrent, à cause de l'étroitesse du corps. Le squelette d'un serpent semble compliqué, avec des centaines de côtes, mais il est très simple, comparé à celui des lézards ou d'autres reptiles

Forme

La forme des serpents varie (tab. 1) suivant la façon dont chaque espèce a évolué en fonction de son milieu. Les serpents qui sont longs et minces ont tendance à être arboricoles ou à utiliser la vitesse pour pourchasser des proies. Les serpents arboricoles doivent être légers pour que les branches puissent les supporter. La plupart ont une longue queue préhensile qui leur permet de se suspendre et de saisir des lézards ou des oiseaux dans les arbres. Les serpents qui vivent en rase campagne sont également longs et minces. Ils se servent de leurs gros yeux pour détecter des proies à distance, puis les pourchassent. Leur longue queue fait contrepoids, lorsqu'ils se faufilent entre les herbes ou les végétaux bas. Les serpents courts et épais ne pourchassent pas leurs proies, ni ne grimpent aux arbres, mais guettent les victimes en embuscade.

	Fouisseurs, ils sont cylindriques
	Terrestres, ils ont le ventre aplati pour avoir prise sur des surfaces inégales
	Grimpeurs, ils ont le dessous plat ; les espèces grimpeuses ont des flans anguleux pour s'agripper à l'écorce des arbres




	<p>Arboricoles. Certains serpents arboricoles sont efflanqués pour être rigides et supporter leur propre poids, lorsqu'ils passent d'une branche à une autre</p>
	<p>Aquatiques Les espèces aquatiques peuvent être comprimées latéralement pour avancer dans l'eau</p>
	<p>Quelques serpents, tels les bongares, ont une forme triangulaire, dont on ignore la fonction</p>

Tableau 1 Les formes sont fonction de l'habitat (15)

La colonne vertébrale des serpents offre plusieurs caractères liés à la locomotion apode. Tout d'abord, le nombre de vertèbres est fortement accru, ce qui rend la colonne vertébrale beaucoup plus flexible. L'homme n'a que 32 vertèbres alors que certains serpents en ont plus de 400. Ensuite, les serpents ont des apophyses supplémentaires sur les vertèbres, ce qui améliore les connections entre elles et accroît la stabilité de la colonne vertébrale.

Modes de locomotion au sol (34-57)

Les serpents, marins ou terrestres se déplacent par reptation, c'est à dire qu'ils utilisent l'ensemble de leur corps pour se mouvoir.

L'imagerie populaire représente souvent les serpents ondulant verticalement. En réalité, comme les autres reptiles, ils ondulent dans le sens latéral, et leurs grandes plaques ventrales leur permettent de s'ancrer au sol. Ils ondulent aussi latéralement quand ils nagent. En fait, l'animal contracte et relâche en alternance des muscles situés de chaque côté de son corps, ce qui donne l'impression de "vagues" le parcourant.

La vitesse des serpents peut atteindre 6 km/h, le record étant détenu par les mambas avec 11 km/h.

-Mouvement rectiligne (fig. 18)

Dans la locomotion rectiligne, le serpent avance en ligne droite et utilise des mouvements de la peau du ventre par rapport au reste du corps. Des groupes successifs d'écailles ventrales sont soulevés puis déplacés vers l'avant et ancrés par leur bord externe. Grâce à ces points d'appui, le reste du corps est ensuite avancé, puis le mouvement se répète. Les grands pythons, les boas et les vipères adoptent souvent cette locomotion rectiligne, où la progression résulte d'une série de contractions et de relâchement des muscles, notamment lorsqu'ils rampent vers une proie en terrain découvert. Les mouvements sont lents et malaisés à détecter car le serpent progresse presque sans ondulations, grâce à un glissement aller et retour de la peau sur les muscles



Figure 18 Mouvement rectiligne (34)

-Mouvement en accordéon (fig. 19)

En peu d'espace, le serpent contracte ses muscles à l'arrière, à mesure qu'il étend sa partie antérieure, puis à l'avant pour ramener l'arrière

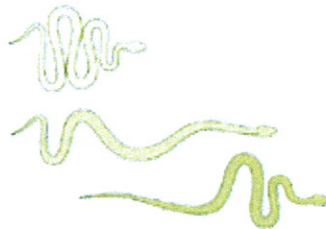
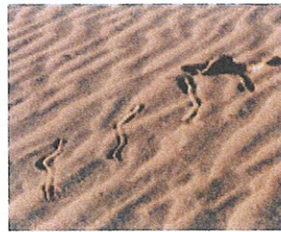
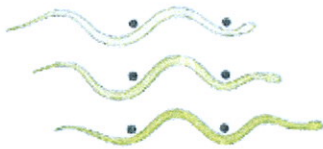


Figure 19 Mouvement en accordéon (34)

Dans des lieux plus exigus certaines espèces utilisent des mouvements d'accordéon ou télescopiques : le serpent ancre son extrémité postérieure par quelques courbes horizontales, étend son corps puis ancre à nouveau son extrémité antérieure et tire la partie arrière vers l'avant

-Ondulation et déroulement latéraux (fig. 20 et 21)

C'est le mode de déplacement le plus courant. Le serpent utilise un point de contact au sol comme appui. Ensuite il soulève le tronc au-dessus du sol pour établir un autre point de contact. La locomotion latérale convient en particulier aux substrats chauds et/ou mous, comme le sable ou la boue, où il y a peu de chances de trouver des irrégularités solides permettant les ondulations habituelles. Les petites vipères des déserts et les couleuvres habitant des zones boueuses comptent sur ce mode de locomotion. Les serpents des déserts utilisent la locomotion latérale, au cours de laquelle l'animal recourbe son corps en S, ne touchant le sable qu'en deux endroits. Puis il fait progressivement "glisser" ces deux points de contact le long de son corps, vers l'arrière, en avançant vers l'avant : le déplacement est alors latéral par rapport à l'axe du corps.



Figures 20 et 21 ondulation et déroulement latéraux (34)

-Quelques cas particuliers

Certaines couleuvres des forêts indo-pacifiques sont nommés "serpents volants" à cause de leur façon inhabituelle de passer d'un arbre à l'autre. Elles s'élancent d'arbres élevés et, en aplatissant le corps, elles peuvent planer et atterrir sans se blesser.

Les plus grands serpents vivent sous les tropiques où à proximité. En allant vers les pôles, la taille moyenne des serpents diminue, tout comme le nombre d'espèces.

Les grands serpents (32)

Les six plus grands serpents appartiennent à deux familles, les boïdés et les pythonidés. Les deux plus grandes espèces sont l'anaconda géant et le python réticulé. Le python est généralement considéré comme le plus long, avec environ 10m, mais l'anaconda est beaucoup plus lourd. Il n'est donc pas étonnant qu'il y ait une abondance de récits extravagants concernant la taille de ces deux espèces.

Il existe peu d'espèces de grands serpents pour deux raisons principales :

- la première est que de tels serpents doivent manger beaucoup, mais leur taille restreint leurs possibilités d'attaquer une proie par surprise.
- la seconde est que les serpents dépendent de sources externes pour élever leur température corporelle et que les grandes espèces mettent longtemps à se réchauffer. Toute activité est donc limitée par leurs capacités du moment. N'ayant pas de venin, leur technique de chasse est l'étouffement de leur proie, grâce à leur force, ces serpents s'enroulent autour de leurs victimes et les étouffent.

Les petits serpents (32)

De nombreuses espèces sont si petites qu'elles passent inaperçues. Les serpents des trois familles les plus primitives (leptotyphlopidés, anomalépididés et typhlopidés) dépassent rarement 30cm. Elles totalisent 319 espèces (plus de 10% des tous les serpents), le plus petit étant sans doute le leptotyphlops à deux lignes, *Leptotyphlops bilineatus*, le plus long spécimen mesuré n'atteignant que 10,8cm. Les petits serpents ont besoin de peu de nourriture (la plupart mangent des fourmis ou des termites et leurs larves), et leur corps se réchauffent rapidement. Mais leur taille en fait des proies faciles.

Ils ressemblent plus à un gros ver qu'à un serpent. Leur habitat est souterrain, leur tête fortement osseuse leur permettant de creuser. Ils se déplacent en ligne droite et non par ondulation comme les autres serpents. Il est facile de les découvrir en Amazonie après des pluies violentes et l'inondation de leur réseau souterrain.



Figures 22 et 23 Comparaison d'un anaconda et d'un boa caoutchouc (32)

Au sein d'un même groupe, les serpents peuvent varier considérablement de taille.

Parmi les boas, les anacondas peuvent dépasser 10m de long, alors que le boa-caoutchouc (*Charina bottae*) ne mesure pas plus de 75cm. Ce jeune boa-caoutchouc, ci contre, est à la même échelle que l'anaconda géant. (fig. 22 et 23)

La thermosensibilité

Certains serpents sont pourvus d'organes sensoriels qui leur sont propres, appelés fossettes thermosensibles ou faciales. On les trouve chez les boïdés, les pythonidés et les crotalinés. Les boas qui en sont dotés ont des rangées de fossettes sensorielles entre les écailles qui bordent leurs mâchoires, le long de la lèvre supérieure, alors que celles des pythons sont au milieu des écailles. Les crotalinés (fig. 24) ont une paire de fossettes faciales situées entre les yeux et les narines ; elles fonctionnent conjointement pour déterminer la direction et la distance de leur cible.

Chez toutes les espèces, les fossettes thermosensibles sont tapissées d'une couche de cellule qui renferme 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, qui 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. Cela signifie qu'il peut mordre avec précision, même dans l'obscurité totale.



Figure 24 Fossettes loréales d'un crotale (11)

La peau écailleuse d'un serpent est constituée d'écailles en formes de plaques reliées par une peau élastique, alliant flexibilité et protection. Les écailles sont différentes selon les parties du corps qu'elles recouvrent. Chaque type a un usage particulier, qui varie en fonction de l'habitat du serpent et de son mode de vie. Les pigments des écailles donnent au serpent sa couleur et ses motifs.

Les écailles

La peau d'un serpent est composée de deux parties distinctes : des zones épaissies, les écailles, et des zones flexibles et plus minces entre les écailles, la peau interstitielle. Contrairement aux écailles des poissons, celles des serpents ne peuvent être arrachées, mais la couche externe de la peau est régulièrement perdue pour permettre la croissance.

Les écailles protègent le serpent des rugosités du sol. Elles lui fournissent aussi une défense contre les parasites, les insectes piqueurs, les petits prédateurs et ses propres proies, lorsqu'elles résistent. Les écailles peuvent faciliter la locomotion. Des aspérités, en particulier au bord des écailles ventrales, aident le serpent à s'agripper et à progresser.

Les écailles contribuent aussi à minimiser la perte d'eau par évaporation. Cette propriété est importante chez les espèces déserticoles, dont les écailles fournissent une protection plus importante contre la déshydratation que celle des autres espèces, tels les serpents des forêts tropicales humides.

Types d'écailles

Un serpent peut avoir 3 à 4 types d'écailles sur les diverses parties de son corps, chacun ayant une forme et une fonction différente.

Écailles dorsales (tabl. 2)

On les trouve sur le dos et les flancs. Elles sont en général disposées en rangées, dont le nombre peut servir à identifier une espèce. Elles peuvent être carénées, comme chez la plupart des vipères, ou lisses, comme chez les serpents fouisseurs.

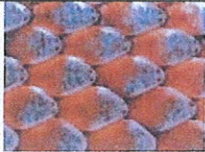


	Écailles dorsales, chevauchantes et triangulaires, elles forment une surface lisse
	Écailles dorsales granuleuses, petites, coniques et rugueuses. On ne les trouve que chez quelques espèces, qui s'en servent pour saisir des poissons
	Écailles dorsales carénées

Tableau 2 Écailles dorsales

Beaucoup d'espèces ont des écailles, avec une arête, ou une double arête, médiane ou longitudinale, qui donne un aspect rugueux

Écailles ventrales (fig. 25)

Situées sur le dessus du corps, elles sont lisses et facilitent la locomotion. La dernière, l'écaille anale, peut-être simple ou divisée. Les serpents aquatiques ont des écailles ventrales très réduites, parfois visibles seulement sous forme d'étroite arête le long du ventre, peut-être parce que ces serpents ne se déplacent pas sur des surfaces rugueuses.

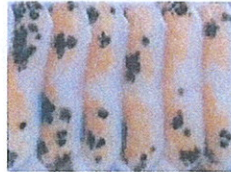


Figure 25 Écailles ventrales : une rangée d'écailles chevauchantes, larges et courtes, toujours lisses pour faciliter la reptation sur le sol

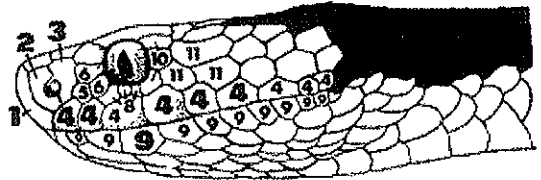
Écailles céphaliques (tab. 3)

Elles sont grandes et en forme de plaques chez nombre d'espèces. Elles incluent l'écaille rostrale, à l'extrémité du museau, les écailles suboculaires, juste sous les yeux, et les écailles labiales, qui bordent la bouche. Certains serpents, la plupart des boas et de nombreuses vipères, ont de grandes écailles labiales, avec de petites écailles sur le dessus de la tête.

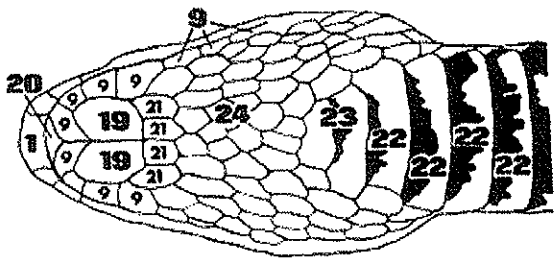
	<p>Petites écailles céphaliques ; le boa émeraude est l'une des nombreuses espèces de boas à avoir beaucoup de petites écailles assez uniformes sur le sommet de la tête</p>
	<p>Grandes écailles céphaliques On les trouve chez la plupart des colubridés, chez les cobras et chez certaines vipères</p>

Tableau 3 Écailles céphaliques

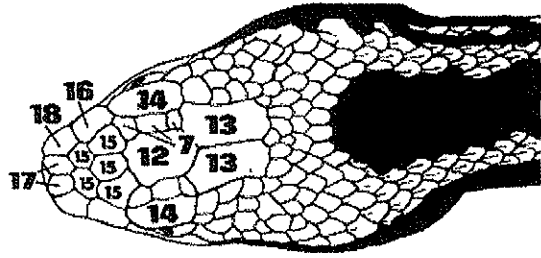
- 1 - rostrale nasale
- 2 - pré-nasale
- 3 - postnasale
- 4 - supralabiales
- 5 - loréale
- 6 - préoculaires
- 7 - intersusoculaires
- 8 - suboculaires
- 9 - infralabiales
- 10 - postoculaires
- 11 - temporales
- 12 - frontale
- 13 - pariétales
- 14 - supraoculaires
- 15 - intercanthales
- 16 - canthale
- 17 - apicales
- 18 - internasale
- 19 - mentonnières
- 20 - mentale
- 21 - postmentonnières
- 22 - ventrales
- 23 - préventrales
- 24 - gulaires



VIPERE



VIPERE



COULEUVRE

Figure 26 Nomenclature des écailles céphaliques

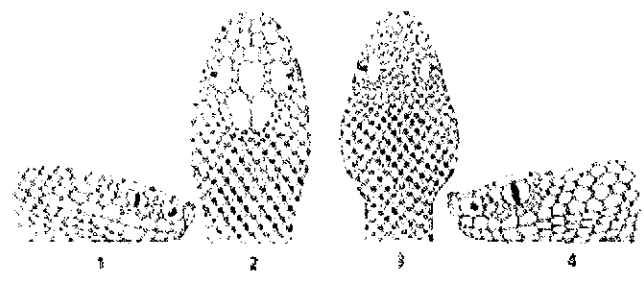


Figure 27 1 et 2 *Vipera berus*, la péliade ; 3 et 4 *Vipera aspis*, l'Aspic
Différentes écailles céphaliques

Ecailles sous-caudales (tab 4)

Elles sont similaires aux écailles ventrales, mais peuvent être simples ou divisées.



	Ecailles sous caudales simples sous la queue d'un boa à trois bandes
	Ecailles sous caudales divisées ; il y a parfois des écailles simples parmi les divisées

Tableau 4 Ecailles sous caudales

Couleurs des écailles

Les cellules qui renferment des pigments, situées dans les écailles, donnent à chaque espèce sa livrée caractéristique. Les serpents peuvent n'avoir qu'une couleur uniforme ou présenter des motifs, avec des taches, bandes ou rayures, qui les aident à se confondre avec leur environnement. Chez certaines espèces, tel le boa arc-en-ciel, la structure de surface des cellules renvoie et réfracte la lumière, créant ainsi un effet d'irisation. Certaines espèces changent de couleur au cours de leur vie. Les boas émeraude nouveau-nés sont rouges ou jaunes, et vert au bout d'un an environ. Quelques espèces peuvent changer de ton en quelques minutes (devenant généralement plus pâles la nuit).

Ecailles spécialisées (tab

Les "cornes" de la vipère à cornes, *Bitis caudalis*, ou les tentacules du museau de l'herpéton, *Erpeton tentaculatum*, sont des écailles spécialisées. Le bout pointu de la queue de certains serpents peut être enfoncé dans la chair d'un prédateur. Les serpents à queue armée ont une queue tronquée, couverte de plusieurs épines à son extrémité. Les crotales, ou serpent à sonnette, ont des écailles caudales modifiées formant un bruiteur qui peut produire des sons d'avertissement.



	<p>Ecailles rostrales spécialisées à l'extrémité du museau d'une vipère à cornes</p>
	<p>Ecaille caudale spécialisée chez un serpent à sonnette</p>

Tableau 5 Ecailles spécialisées

Ecailles modifiées (fig. 28)

Le langaha crête-de-coq, *Langaha madagascariensis*, offre un unique et remarquable exemple de modification des écailles céphaliques. Son museau se termine par une longue excroissance, mais, alors que celle du mâle est rectiligne, celle de la femelle est large et ornée de nombreuses petites épines, dont l'utilité n'est pas claire.



Figure 28 Ecailles modifiées

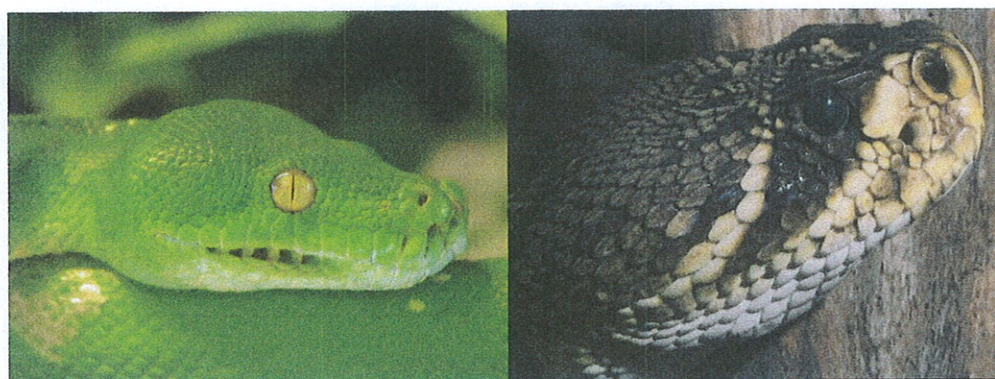
Langaha crête-de-coq mâle en haut, et Langaha crête-de-coq femelle en bas

Autres sens

De nombreux serpents ont dans leurs écailles de petits tubercules et des ponctuations, tout juste visible à l'œil nu. Les tubercules sont les plus communs et semblent être présents chez toutes les espèces, même s'ils sont peu nombreux et localisés chez certaines. Bien que leur fonction ne soit pas claire, leur rôle sensitif ne fait guère de doute, parce qu'il y a une concentration de terminaisons nerveuses dans la région située juste au-dessous d'eux. Ils peuvent, par exemple, être associés au toucher, car ils ont tendance à être plus nombreux sur les parties du corps qui entrent en contact avec le substrat, quand le serpent se déplace.

Les ponctuations, lorsqu'elles sont présentes, sont plus nombreuses sur la tête du serpent, mais on en trouve aussi par paires à l'extrémité de chacune des écailles dorsales. Elles sont peut-être photosensibles, pour permettre au serpent de savoir si une partie de son corps est encore exposée, lorsqu'il s'abrite sous un rocher ou entre dans un terrier. Sinon, les ponctuations pourraient jouer un rôle dans la communication chimique. On sait peu de choses sur cette forme de communication chez les serpents, mais il est probable que certains d'entre-eux soient capables de sentir l'odeur de leurs congénères et peut-être d'autres espèces.

Les serpents à sonnette ou les pythons possèdent en plus des capteurs thermiques capables de déceler des écarts de température de l'ordre du centième de degré centigrade; très utiles pour détecter des proies à sang chaud. Ces capteurs, bien visibles sur la figure de ce Python vert, sont situés sous l'oeil et les lèvres, alors qu'on les trouve entre les yeux et les narines sur les serpents à sonnette, comme nous le montre la photo du crotale diamantin (fig. 29 et 30).



Figures 29 et 30 Capteurs chez le python vert et le crotale diamantin

La peau et la mue :



Figure 31 Mue d'un serpent

La peau des serpents est souple et douce pour la grande majorité des espèces. Elle n'est pas visqueuse ou gluante comme on le croit généralement. On ne peut pas écailler un serpent comme on le fait d'un poisson. (fig.31)

La couche profonde de la peau, le derme, contient les cellules pigmentées qui donnent au serpent ses couleurs et dessins caractéristiques. La couche supérieure, l'épiderme, est constituée d'une substance cornée: la kératine.

Lorsque l'animal grandit, et un serpent grandit toute sa vie, la couche extérieure est remplacée. Un nouvel épiderme se forme sous l'ancien et une sécrétion sépare l'ancienne de la nouvelle peau. Dans cette phase qui dure environ une semaine, l'aspect laiteux de l'animal est très caractéristique et les yeux deviennent opaques et bleus (fig.32). Quand la vue redevient normale, la mue commence. La vieille peau est retournée comme un doigt de gant, en partant de la tête (fig.33). Un jeune serpent, qui grandit plus vite qu'un adulte, va muer 6 à 10 fois par année, contre 1 à 3 fois pour un adulte.

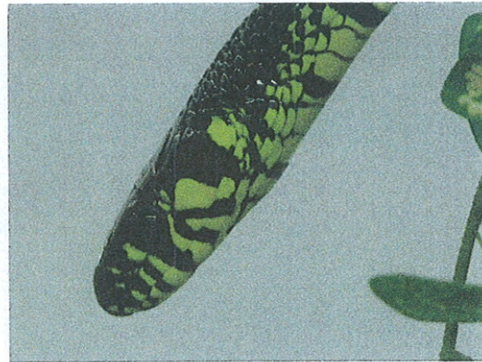


Figure 32 et 33 Serpent des poulaillers avant et après la mue

Squelette (fig. 34)

Il comprend un crâne, une colonne vertébrale, des côtes, et parfois une ceinture pelvienne. Les nombreuses vertèbres, qui composent la colonne vertébrale très souple, sont très solides pour résister à la traction imposée par les muscles. Il y a une paire de côtes rattachée à chaque vertèbre cervicale ou dorsale (jusqu'à 400 chez certaines espèces, les petits serpents pouvant néanmoins en avoir 180), mais il n'y en a pas sur les vertèbres caudales. Les côtes ne se rejoignent pas le long du ventre et s'écartent, quand le serpent avale une grosse proie.

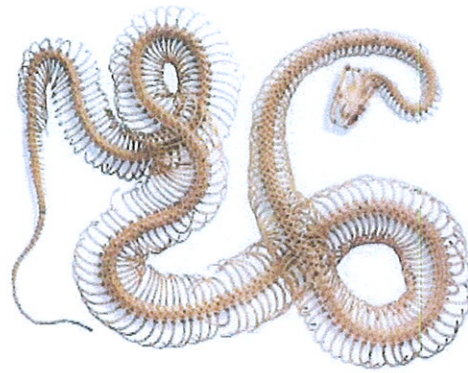


Figure 34 squelette d'un serpent

Crâne (fig. 35) (34)

Au cours de l'évolution, le crâne des serpents, de type diapside, c'est-à-dire à deux fosses temporales, s'est beaucoup modifié et ne comporte plus aucun arc temporal ; le sternum et la ceinture pectorale ont disparu du squelette.

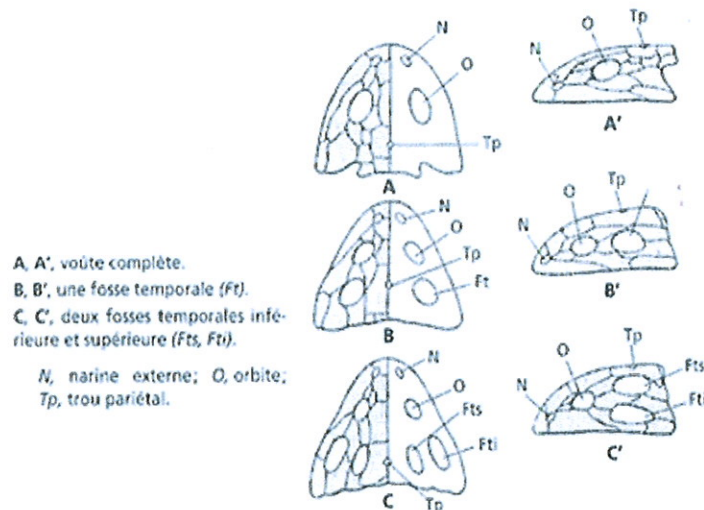
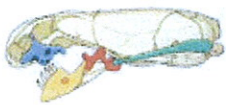




Figure 35 les 3 principaux types de voûte crânienne des tétrapodes

L'os maxillaire du crâne des ophidiens suit une évolution duale de sa denture : l'une se rapporte au nombre des dents et à leur emplacement ; l'autre concerne leur taille. En effet, de l'homodontie isodonte, l'on s'achemine, par la voie protérodonte à une hétérodontie dimensionnelle qui culmine avec l'isolement d'un crochet antérieur cannelé (gouttière à venin) ou canaliculé (conduit d'injection du venin). Ainsi, les élapidés, sont-ils des serpents venimeux protéroglyphes. L'autre voie, fort comparable, diffère dans la sélection chez les vipérinés et les crotalinés, d'un crochet venimeux se situant à la partie postérieure de l'os maxillaire, caractéristique des opisthoglyphes évolués (74).

Contrairement à la plupart des carnivores, capables de mâcher leurs proies et de les tenir pendant qu'ils mangent, les serpents n'ont pas de membres et doivent donc avaler leur nourriture en entier. Chez les plus primitifs, les mâchoires ont une mobilité limitée, voire nulle. Ces espèces se nourrissent surtout de fourmis et de termites. Les serpents les plus évolués ingèrent de grosses proies, et la capacité d'ouvrir largement les mâchoires est alors capitale. Ils ont acquis un crâne articulé de façon souple, dont les os sont menus et capables de s'écarter les uns des autres, quand les mâchoires sont grandes ouvertes. Le crâne de ces espèces est conformé de manière à ce que les mâchoires supérieures puissent se déplacer vers l'avant, l'arrière ou l'extérieur, indépendamment l'une de l'autre et du reste du crâne. La mâchoire inférieure offre une plus grande flexibilité : elle n'est pas jointe au menton et peut s'écarter ou être avancée d'un seul côté à la fois. Ceci permet au serpent d'accrocher ses dents dans la proie et de l'entraîner dans son œsophage.

Les vertèbres sont très bien articulées les unes par rapport aux autres ; les ondulation du corps sont donc possibles grâce à cette structure d'une part et d'autre part grâce à l'existence de muscles latéraux qui présentent la particularité d'avoir leurs insertions apophysaire opposées fort éloignées les unes des autres (jusqu'à 30 vertèbres d'écart). La bouche peut se distendre au passage des proies qu'ils capturent. (tab.6)

	<p>Crâne rigide : le crâne des serpents primitifs, tels les leptotyphlopidés, est rigide et lourd, et les mâchoires sont très courtes</p>
	<p>Mâchoires allongées : chez les pythonidés, les maxillaires peuvent s'écarter, bien que la mandibule soit encore relativement rigide</p>
	<p>Crâne allégé : le crâne et la mandibule des colubribés ont des tailles réduites, mais sont très mobiles</p>



	<p>Protroglyphe : les mambas et les autres élapidés ont des crochets courts, creux et fixes, sans dents juste derrière</p>
	<p>Solenoglyphe : les crochets sont très longs, et le serpent peut les replier en rabattant les maxillaires auxquels ils sont rattachés</p>

Tableau 6 différents types de crânes

Anatomie interne (fig. 36) (15)

La plupart des organes d'un serpent sont contenus dans sa longue cage thoracique et composent les divers appareils et systèmes assurant ses fonctions physiologiques

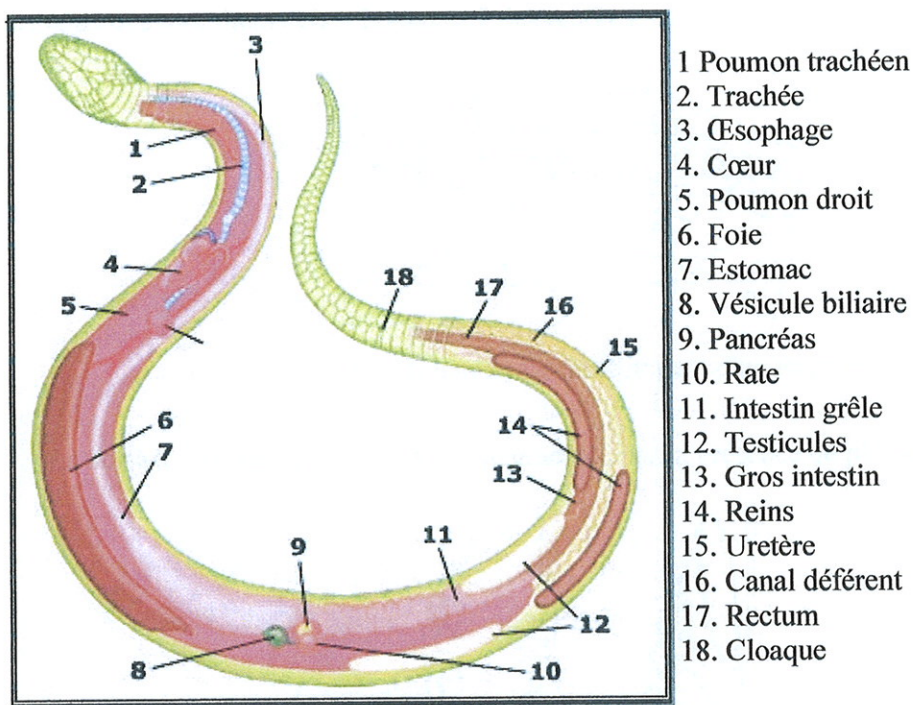


Figure 36 Anatomie interne

Appareil circulatoire (57)

Il est similaire à celui de la plupart des autres animaux (hormis les ramifications qui s'étendent dans les membres), si ce n'est que le cœur n'a que 3 cavités. Il a deux oreillettes et un seul ventricule, partiellement divisé, mais les sangs artériel et veineux ne se mélangent pas. L'évolution du cœur se poursuit chez les Reptiles par un cloisonnement longitudinal plus poussé qui assure une meilleure répartition du sang artériel et veineux. Le cloisonnement est partiel chez la majorité des Reptiles, sauf chez les Crocodiliens où il est complet.

Appareil excréteur et osmorégulation

Les serpents n'ont pas de vessie. Les déchets filtrés par le rein sont excrétés sous forme d'acide urique, un composé blanc et cristallin, contenant très peu d'eau, ce qui permet au serpent de ne pas se déshydrater. Les reptiles marins ont des glandes à sel sur la tête pour se débarrasser du surplus d'ions.

Système nerveux

Il se compose du cerveau et de la moelle épinière. En l'absence de membres, le réseau nerveux est simplifié, bien que l'organe de Jacobson et, chez certaines espèces, les fossettes thermosensibles soient innervées. La fonction des terminaisons nerveuses sous les fossettes et tubercules des écailles n'est pas claire.

L'histoire évolutive des serpents comprenant une longue période de vie souterraine, leurs organes des sens ont évolué différemment de ceux de la plupart des autres animaux. De nombreuses espèces ont une vue faible ou sont presque aveugles. Pour compenser, certains de leurs autres sens sont très développés et des espèces ont acquis des organes pour explorer leur environnement que l'on ne trouve pas chez les autres animaux.

La vue (tab.7) (15)

De nombreux serpents fouisseurs ont des yeux atrophiés au point de ne plus pouvoir distinguer la lumière de l'obscurité. C'est vrai pour presque toutes les espèces des familles primitives. Plusieurs familles d'ophidiens comprennent des espèces aveugles, dont les yeux, rudimentaires, sont cachés sous les écailles de la peau. Les yeux des autres espèces ont des pupilles rondes le plus souvent, verticales ou horizontales. Le cristallin est sphérique.

Les yeux sont recouverts en permanence par une paupière inférieure transparente et soudée à une paupière supérieure vestigiale, de sorte que les serpents sont incapables de "fermer" les yeux. Leur vision n'est pas très bonne au-delà d'une certaine distance, sauf pour détecter un mouvement.



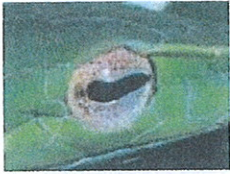
<p>Les serpents dotés de petites pupilles rondes ont une tendance à être discrets et sont des prédateurs nocturnes. Ceux qui ont de grandes pupilles rondes sont habituellement diurnes et ont une bonne vue, bien qu'ils aient du mal à voir clairement des choses immobiles. Pour améliorer leur vision pendant qu'ils chassent, ils peuvent dresser la tête et le cou au-dessus du sol. Tous les colubridés aquatiques, ont des yeux avec de grandes pupilles rondes.</p>	 <p>Pupille ronde Couleuvre verte rugueuse</p>
<p>Les pupilles verticales sont typiques des espèces nocturnes telles que les vipères et les colubridés tropicaux. Ces espèces se sont adaptées à la pénombre. En lumière vive, leurs pupilles se contractent, en se réduisant à des fentes, pour protéger leurs rétines.</p>	 <p>Pupille verticale Boa constricteur</p>
<p>Les pupilles horizontales ne se rencontrent que chez quelques espèces : les 8 serpents-lianes du genre <i>Ahaetulla</i> et les 2 serpents-oiseaux du genre <i>Thelotornis</i>. 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 enjamber les branches, ou qui ont besoin d'étirer leur corps pour prélever leurs proies sur des feuilles ou des brindilles.</p>	 <p>Pupille horizontale Serpent-liane à long nez</p>

Tableau 7 Différentes pupilles

L'odorat (13-57)

Comme les autres vertébrés, les serpents ont des narines reliées aux centres olfactifs de leur cerveau. Un organe supplémentaire, l'organe de Jacobson, ou organe voméronasal est constitué d'une paire de cavités situées dans le palais du serpent et dans lesquelles il insère les extrémités de sa langue bifide (fourchue). 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. C'est pourquoi un serpent darde sans arrêt sa langue.

Certains serpents se dressent sur leur corps quand ils chassent ; ils se repèrent dans leur milieu en sentant les odeurs et les déplacements d'air grâce à leur langue bifide. Les boïdés et certains vipéridés (crotalidaes), eux, ont une image thermique de la proie. Ils sont sensibles aux radiations infrarouges et peuvent percevoir les plus infimes changements de température. (fig.39)

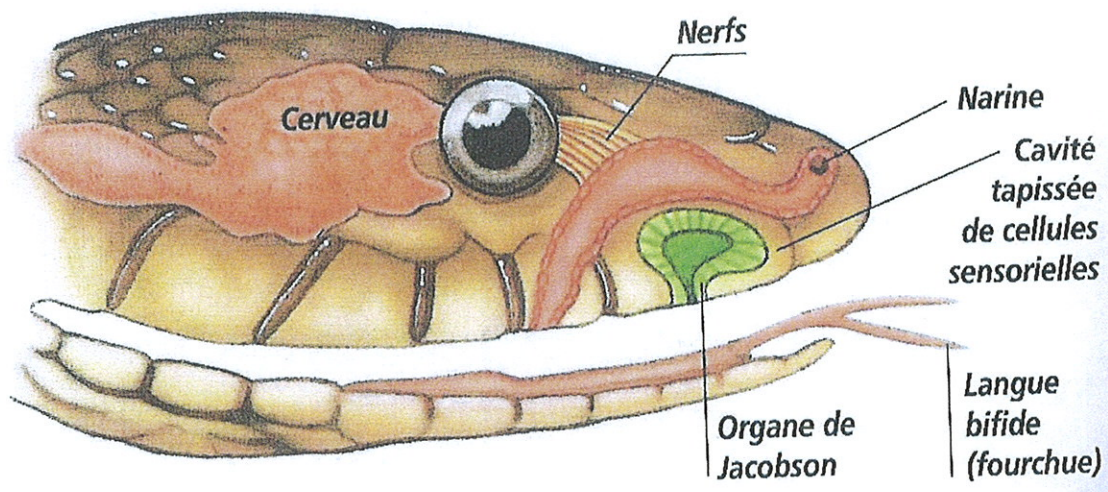


Figure 39 L'organe de Jacobson (13)

L'ouïe (57)

Bien que les serpents soient dépourvus d'oreilles externes, des vestiges de l'ossature de l'oreille sont encore présents sous forme d'un petit os, l'étrier, qui transmet les vibrations à l'oreille interne (fig.40). Pour les détecter, 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. Outre le pas de leurs ennemis et ceux précipités de leurs proies potentielles, les serpents peuvent presque certainement capter les infrasons dans l'air.



Figure 40 Appareil auditif

1. Os carré
2. Etrier
3. Mandibule

« Parade nuptiale » (26-57)

La plupart des serpents ont un mode de vie solitaire et ne sont pas souvent en contact avec un partenaire sexuel qui leur convient. Ils trouvent leurs partenaires, au cours de la saison des amours, de diverses manières. Les espèces qui hibernent collectivement ont tendance à s'accoupler au début du printemps, après leur sortie d'hivernage, avant de se disperser. Chez certains serpents, tels les mambas, la plupart des vipères et les crotales les plus septentrionaux, les mâles se battent (fig.41) pour avoir le privilège de s'accoupler avec les femelles. Les deux rivaux redressent et entrelacent les parties antérieures de leur corps, en essayant de se renverser à terre. Une véritable danse nuptiale s'observe chez certaines couleuvres et vipères, qui est en fait une série d'affrontements entre mâles (parfois jusqu'à huit) précédant un accouplement.



Figure 41 Combat entre 2 mâles

Quand ils se trouvent, les serpents se placent l'un contre l'autre, puis le mâle rampe le long du dos de la femelle, en dardant sa langue et en s'agitant à mesure qu'elle avance. Si elle est réceptive, elle peut avoir des convulsions, avant de relever sa queue pour que la copulation ait lieu. La copulation dure souvent plusieurs minutes, voire des heures parfois jusqu'à 48 heures. Certaines espèces s'accouplent plusieurs fois avec le même partenaire, mais, dans la plupart des cas, le mâle s'en va, après s'être accouplé, pour rechercher d'autres femelles. La femelle peut alors s'accoupler avec d'autres mâles et donner une progéniture provenant de plusieurs géniteurs différents.

Appareil reproducteur (57)

Comme les mammifères et d'autres reptiles, les serpents pratiquent la fécondation interne. Les mâles ont des testicules allongés et une paire d'organes copulateurs, les hémipénis, un seul étant utilisé pendant l'accouplement. Le sperme est conduit par l'uretère des testicules jusqu'aux hémipénis. L'hémipénis droit est plus gros que le gauche et il est toujours plus en avant. Leur volume varie selon les saisons, notamment pendant les périodes d'accouplement. Les femelles ont en général des ovaires allongés et décalés, le droit en avant du gauche. Certaines espèces n'ont pas d'ovaire gauche.

Les serpents pratiquent la fécondation interne. La femelle peut conserver le sperme longtemps après la copulation et donner naissance à plusieurs couvées consécutives. Les espèces des régions aux saisons bien marquées s'assurent que les petits viendront au monde à une époque favorable, généralement quand la nourriture est abondante, tandis que d'autres espèces tropicales peuvent se reproduire tout au long de l'année.

La majorité des serpents, soit environ 70 % des espèces, est ovipare, plutôt dans les régions tropicales ou subtropicales. Les serpents pondent leurs œufs dans des lieux susceptibles de fournir des conditions stables pour leur développement, qui peut prendre jusqu'à 3 mois. Certaines espèces creusent dans un sol sableux, ou aménagent une chambre d'incubation sous un rocher. Les végétaux morts ou le bois pourrissant sont souvent choisis, car ils sont faciles à creuser, ont de bonnes propriétés isolantes, produisent souvent leur propre chaleur et retiennent l'humidité. Une fois les œufs pondus dans un emplacement approprié fournissant l'abri, l'humidité et la chaleur nécessaire, la femelle s'en désintéresse. Seules les femelles pythons couvent leurs œufs (fig. et les femelles de cobra royal surveillent et défendent leurs nids.



Figure 42 et 43 Femelle qui couve ses œufs Figure sortie d'un petit de son œuf

Les œufs ont besoin d'un endroit humide, parce que leurs coquilles, molles et perméables, peuvent absorber de l'eau et de l'oxygène à mesure que l'embryon se développe. Le nombre d'œufs par ponte varie en fonction de l'espèce et de la taille de la mère. Il va de 1 (ou 2) jusqu'à 100, dans le cas des grands pythons.

Les Reptiles pondent des oeufs amniotiques. L'embryon est entouré d'une membrane (l'amnios) renfermant le liquide amniotique. Deux sacs membraneux sont rattachés à l'embryon : la vésicule vitelline qui contient le vitellus (jaune) qui nourrit l'embryon et l'allantoïde qui sert à entreposer les déchets jusqu'à l'éclosion. Le tout est entouré d'une autre membrane, le chorion, qui est perméable aux gaz, mais pas à l'eau. Le chorion est entouré d'une coquille souple chez les Reptiles (fig.44)

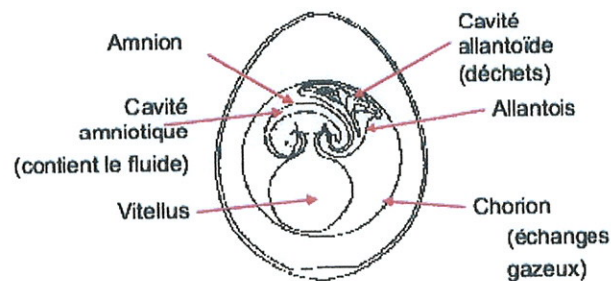


Figure 44. Oeuf amniotique.(70)

Les 30 % restants sont ovovivipares et mettent directement leurs petits au monde. Les œufs, dépourvus de coquille, restent dans l'oviducte, incubent et éclosent dans le ventre de la mère, sans relation nutritive avec celle-ci.

En s'exposant au soleil, la femelle peut accélérer le développement des embryons et rendre ainsi la réussite de la reproduction moins dépendante de la température externe. Les espèces aquatiques, notamment les serpents marins, sont ovovivipares, parce qu'elles viennent rarement à terre ; de même pour de nombreux serpents arboricoles, ce qui leur évite de descendre au sol. Dans la majorité des cas, les serpents ovovivipares mettent bas dans un endroit retiré, en général par temps chaud.

Certaines espèces sont vivipares. C'est le cas des vipères (qui doivent leur nom à cette particularité), de nombreux boas (alors que les pythons, bien qu'appartenant à la même famille, sont ovipares) et des serpents marins. Les embryons se développent dans l'utérus de la mère et sont alimentés par un cordon ombilical.

L'éclosion et la naissance

Quand le jeune serpent est développé, il entaille sa coquille grâce à une dent d'éclosion temporaire, situé sur son museau (fig.45). Le serpentéau peut rester près du lieu de ponte pendant quelques jours, mais il est totalement dépendant. La mortalité juvénile est très forte, surtout durant la première année.



Figure 45 Eclosion

Venimeux dès la naissance (35)

Les serpents nouveaux nés sont capables de se nourrir seuls. Ils naissent avec suffisamment de venin pour tuer quatre souris

Les serpents grandissent rapidement jusqu'à leur maturité sexuelle, laquelle est atteinte à un âge variable selon l'espèce et la région. En Europe, par exemple, elle se situe entre 3 et 5 ans. La croissance se ralentit et continue, sinon jusqu'à la mort, du moins jusqu'à un âge avancé.

Parthénogenèse

Originnaire de l'Inde et de l'Asie du Sud-Est, le typhlops commun, est la seule espèce parthénogénétique (avec seulement des femelles). Le serpent mature pond des œufs féconds, sans s'être accouplé. Tous ces œufs donnent des femelles, qui sont des clones de leur mère.

En général, les espèces parthénogénétiques sont très prolifiques pendant quelques temps, mais, à long terme, il leur manque la variabilité qui leur permettrait de s'adapter à des conditions changeantes.

LES FAMILLES DE SERPENTS VENIMEUX (7-11-36-77)

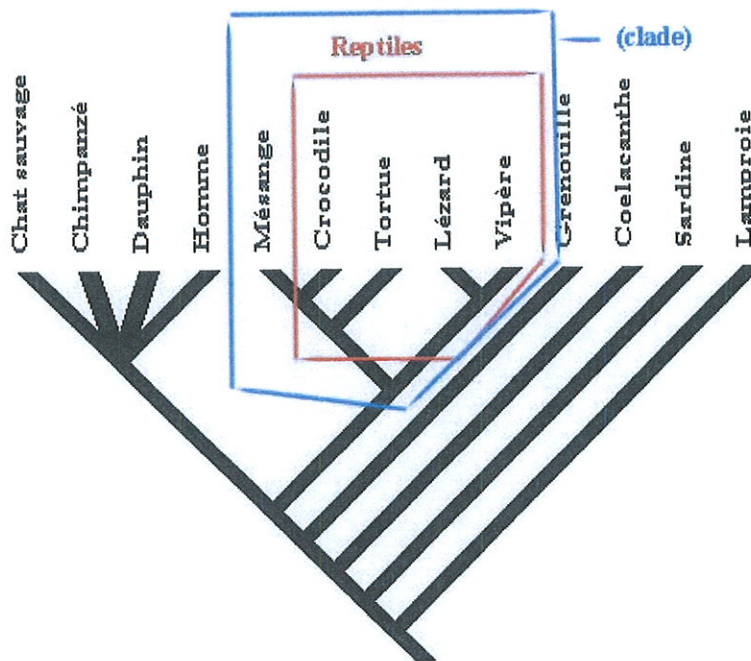


Figure 46 Cladogramme (8-41)

D'un point de vue médical, le danger que peut représenter un serpent venimeux dépend non seulement de l'abondance et de la toxicité du venin, mais aussi de l'efficacité du système d'injection. On considère, à quelques exceptions près, que les serpents dangereux sont ceux munis d'une dentition protéroglyphe ou solénoglyphe ; Tous les venins sont potentiellement dangereux, et la morsure d'une espèce reconnue peu dangereuse peut entraîner de graves séquelles.

La classification des serpents se fait en fonction de la disposition des dents maxillaires, qui varie selon les 3 familles de serpents venimeux : colubridés, élapidés, vipéridés. Une 4^{ème} famille, les atractaspidés sont des serpents fouisseurs qui se rencontrent en Afrique, mais qui du fait de leur mode de vie ne sont pas en contact avec l'homme et ne sont pas impliqués dans les morsures. Un serpent peut vous mordre s'il se sent acculé ou menacé.

Serpents aglyphes engagés dans la voie venimeuse

La fonction venimeuse se met en place tant au niveau des dents, des éléments osseux (et musculaires) que du système glandulaire labial. Elle résulte d'une évolution complexe faisant intervenir différents éléments structuraux.

Apparition d'un crochet venimeux et modifications des éléments osseux céphaliques

La fonction venimeuse s'amorce avec la croissance privilégiée de certaines dents de l'os maxillaire. Ces dents ou crochets pleins se trouvent situés en regard de l'une des articulations du maxillaire préfrontal ou transverse. La nature a retenu les deux termes de l'alternative et toute une série de genres permettent d'illustrer l'engagement aglyphe vers une voie protérodonte (appui maxillo-préfrontal) ou opisthodonte (appui maxillo-transverse) (**fig.47**). On peut s'étonner que la nature ait retenu cette seconde voie puisque, à l'évidence, l'appui (postérieur) maxillo-transverse est foncièrement plus faible que l'appui (antérieur) maxillo-préfrontal.

D'un point de vue général, il y a augmentation de la taille du crochet venimeux, diminution du nombre des autres dents maxillaires, accroissement du diastème crochet venimeux-dents maxillaires. Dans la voie opisthodonte, l'allongement du crochet venimeux et du *quadratum* sont corrélés, ce qui autorise une plus large ouverture de la gueule du serpent, d'ailleurs indispensable pour l'ingestion de grosses proies.

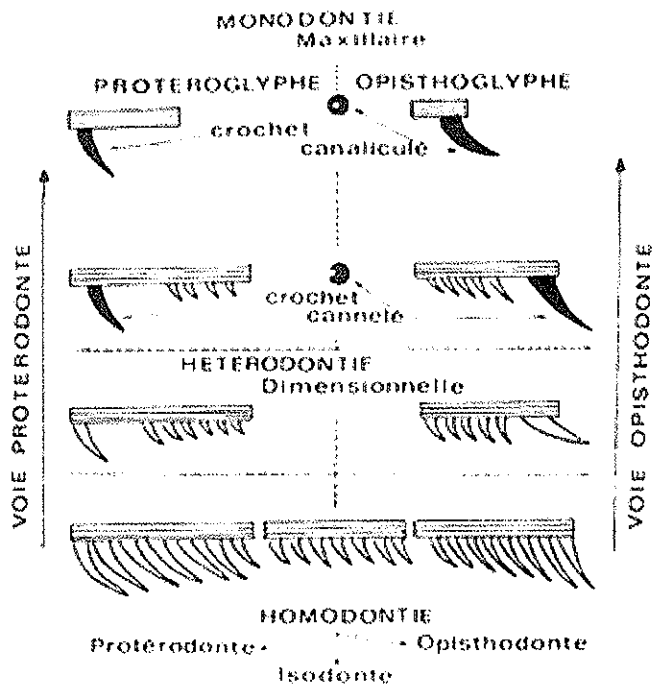


Figure 47 (62)

Différenciation du système glandulaire labial vers une glande venimeuse

Au-dessus de la fente buccale, derrière les écailles labiales supérieures, les serpents présentent une région glandulaire, la glande labiale supérieure, formée d'un ensemble d'acini débouchant par des canaux excréteurs, ainsi se différencie la glande venimeuse. Cette glande de Duvernoy présente une lumière collectant la sécrétion venimeuse qui s'écoule ensuite dans un canal excréteur débouchant soit au niveau d'un crochet venimeux soit, en l'absence de crochet, sur la face externe du maxillaire.

Serpents glyphodontes

La glyphodontie correspond à un stade avancé d'organisation de la fonction venimeuse puisque les crochets venimeux maxillaires présentent un sillon longitudinal qui draine le venin vers leur extrémité (fig.48). Ce sillon subit d'ailleurs une poussée évolutive qui le transforme en un canal clos présentant des orifices supérieur et inférieur. L'emplacement du crochet est, comme chez les aglyphes, au voisinage des appuis antérieur (voie protéroglyphe) ou postérieur (voie opisthoglyphe) de l'os maxillaire. La glande venimeuse se situe toujours dans la partie postérieure du maxillaire ; comme chez les aglyphes, chez les colubridés opisthoglyphes, il s'agit de la glande de Duvernoy.

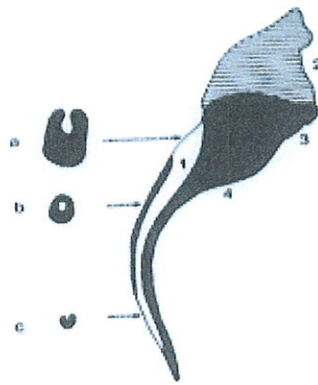
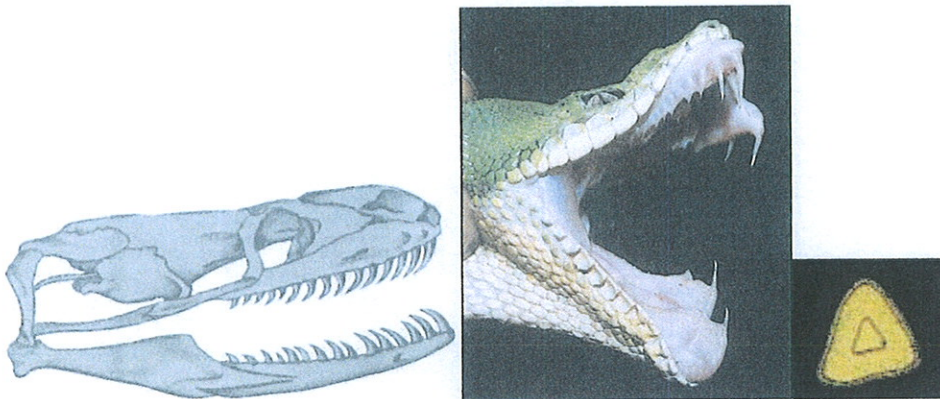


Figure 48 – *Le crochet venimeux du crotale* s'ancre sur l'os maxillaire (2) au moyen d'un socle (3). Ce crochet présente une cavité pulpaire (4) proche de l'ouverture du canal venimeux (1) qui parcourt le crochet jusqu'au voisinage de son extrémité où il s'ouvre en une lumière permettant le passage forcé du venin. A gauche : a, b, c schématisent des sections transversales du crochet venimeux.

GROUPE A: AGLYPHES (15-24-35-57)

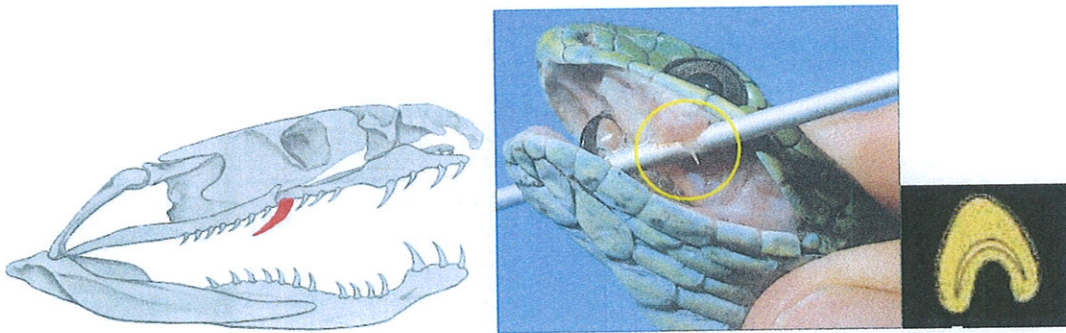


Figures 49, 50, 51 Crâne et coupe transversale de la dent d'un aglyphe (51)

Les aglyphes au sens strict possèdent des dents non cannelées incapables d'injecter du venin mais pouvant éventuellement le diffuser par voie capillaire sous-cutanée lors d'une morsure prolongée. Les serpents de ce groupe ne sont donc pas venimeux, mais la morsure d'un gros spécimen est néanmoins dangereuse.

En général, chez ces animaux les dents sont toutes de la même taille, sauf chez quelques espèces dont l'alimentation est relativement spécialisée et dont les dents de l'avant peuvent être plus longues, tel que chez les Boas et Pythons arboricoles. Ceux-ci ont besoin de ce prolongement pour pouvoir agripper correctement les oiseaux dont ils se nourrissent. La plupart des serpents aglyphes ne sont pas venimeux, mais certaines espèces de Colubridés possèdent dans la partie postérieure des glandes labiales une structure distincte appelée glande de Duvernoy capable de sécréter un liquide de nature protidique qui est toxique. Les dents ne possédant pas de sillons et n'étant pas reliées à la glande, le venin est simplement mélangé à la salive lors de l'ingestion des proies.

GRUPE B: OPISTOGLYPHES (15-24-35-57)



Figures 52, 53, 54 Crâne et coupe transversale de la dent d'un opisthoglyphe (51)

Couvrant environ un tiers des espèces de la famille des colubridés, ils peuvent n'avoir qu'une paire de crochets situés à l'arrière de la bouche, ou deux de chaque côté. La dentition présente 2 dents à sillon plus ou moins profond, qui sont situées à l'arrière de la mâchoire supérieure.

En cas de morsure, le risque d'être atteint par les crochets à venin est fortement réduit vu leur emplacement au fond de la gueule. Les crochets sont annelés avec une gorge et non pas un trou comme une seringue. Du fait de la position spécifique des crochets, l'envenimation est exceptionnelle, mais certaines espèces dont les crochets sont en position moins reculées sont aptes à envenimer si la morsure est prolongée ; de plus, les venins semblent très toxiques (*dispholidus*, *thelotornis*). Il est à noter que des Boomslang (*Dispholidus typus*) et des serpents liane (*Thelotornis*) ont provoqué des envenimations mortelles. Les BOOMSLANG (fig.55), BOÏGAS, certains SERPENTS LIANE et certaines COULEUVRES appartiennent à ce groupe.

En France par exemple, la Couleuvre de Montpellier peut provoquer, dans certains cas de morsure profonde, des blessures aux conséquences graves, en particulier lorsqu'il s'agit de spécimens adultes de grande taille.

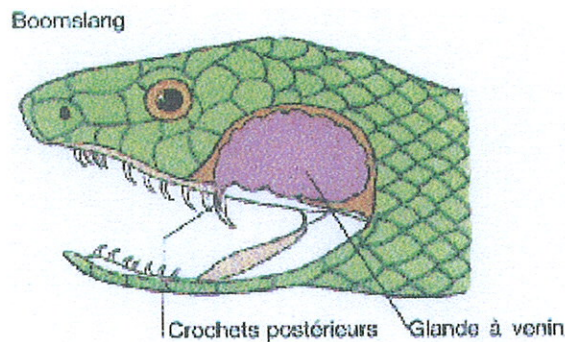


Figure 55 Serpent de type Boomslang (51)

Serpents opisthoglyphes

Caractéristiques dentaires et osseuses

Le caractère opisthoglyphe affecte les dernières dents maxillaires qui se creusent d'un sillon. Chez les couleuvres il y a généralement deux dents privilégiées mais leur nombre peut aller de 5 (genre *Oxybelis*) à 1 (nombreuses couleuvres). L'augmentation de taille du crochet venimeux est assortie d'une tendance à le voir se coucher sur le transverse ; les dents non venimeuses du maxillaire disparaissent progressivement puis totalement. Ces phénomènes sont accompagnés d'un raccourcissement du maxillaire et d'un allongement consécutif du transverse et du carré.

Chez les vipéridés, le conduit venimeux du crochet est devenu un canal clos frontal, sauf dans le genre primitif *Causus*. L'examen du maxillaire en place permet de constater que le crochet venimeux est situé à son extrémité postérieure, ce qui conduit à ranger les vipéridés parmi les opisthoglyphes (2). La spécialisation des vipéridés vers la fonction venimeuse entraîne une monodontie sur l'os maxillaire, une réduction poussée de la longueur du maxillaire et un allongement exceptionnel du transverse et du carré. La taille importante du crochet venimeux des vipéridés nécessite un mécanisme de compensation. En effet, le maxillaire est capable de pivoter autour de l'articulation préfrontale, permettant ainsi au crochet venimeux soit de se rabattre au repos grâce à un gros ligament cervico-maxillaire, soit de saillir verticalement au moment de la morsure. Dans cette dernière position, la poussée du transverse permet un appui maxillo-préfrontal efficace pour résister aux pressions verticales.

Caractéristiques de la glande venimeuse

La glande venimeuse principale est compartimentée en lobes ménageant de larges lumières susceptibles de recevoir le venin qui est conduit par le canal excréteur jusqu'à la base du crochet autour de laquelle il s'évase. La chute périodique des crochets interdit toute connexion plus intime, par ailleurs, une expansion de ce canal gagne le premier crochet de remplacement. La sécrétion du venin est continue mais subit un ralentissement cyclique lié à l'ectothermie des reptiles. La glande à venin n'est pas vidée dès la première morsure. La taille et la nature de la proie ou de l'agresseur « conditionneraient » la quantité de venin injecté. D'autres facteurs tels que l'excitation du serpent, la température ambiante, la saison etc. interviendraient également. Chez les vipéridés, la spécialisation pour la fonction venimeuse atteint son apogée.

Caractéristiques musculaires

Chez les colubridés opisthoglyphes, aucune différenciation musculaire n'intervient autour de la glande venimeuse. En revanche, chez les vipéridés, un dispositif compresseur de la glande venimeuse est en place suite à la transformation partielle d'un des muscles temporaux qui comprend deux chefs, l'un antérieur, l'autre postérieur. Ce dernier se rabat sur l'extrémité postérieure de la glande tandis que son insertion mandibulaire se déporte en avant sous la face profonde du chef antérieur. Il en résulte que la glande venimeuse est ceinturée par une sorte de sangle musculaire à concavité antérieure, prête à déclencher les pressions d'injection du venin. (fig.56)

La production de venin à partir des glandes salivaires modifiées n'est pas l'apanage des serpents évolués y compris les couleuvres venimeuses puisqu'elle se rencontre chez d'autres reptiles tels que les hélodermes.

L'évolution des serpents vers l'acquisition d'une fonction venimeuse procède en plusieurs étapes. Initialement, les sécrétions buccales ont un rôle essentiellement lubrifiant et prédigestif. L'adjonction de substances buccales toxiques facilite l'ingestion des proies et spécialement l'immobilisation des plus grandes d'entre elles. Le perfectionnement de la fonction venimeuse par l'acquisition d'un système d'inoculation du venin assure une meilleure prédation et un pouvoir défensif accru. Le mode de vie aquatique ou arboricole de certaines espèces nécessite, de leur part, une envenimation rapide et puissante, capable de réduire les risques de perte d'une proie dans de tels environnements.

Il y a, tout au plus, 20% de serpents dangereux pour l'homme. Les recherches actuelles sur la nature tant qualitative que quantitative des sécrétions buccales, à l'échelle moléculaire, ont une double retombée : fondamentale, pour parvenir à l'établissement d'une phylogénie optimisée et, pratique, au sein du milieu médical. Les serpents, ordre des reptiles d'une large biodiversité, sont actuellement l'objet d'importantes monographies. Ce n'est qu'à ce prix, que l'analyse d'espèces parmi les plus « méprisées » du monde animal pourra produire des « avancées » scientifiques, solides et indispensables à tous et à tous égards.

La faune française compte huit espèces de couleuvres et quatre de vipères. Parmi les premières, la plus connue est la couleuvre à collier (*Natrix natrix*), qui a une vie amphibie ; longue de 60 cm, elle a un collier blanc et noir. La couleuvre vipérine (*N. maura*) a un aspect de vipère ; elle mesure également 60 cm, comme la coronelle lisse (*Coronella austriaca*). La couleuvre verte et jaune (*Coluber viridiflavus*), de 1,15 m de long, la couleuvre d'Esculape (*Elaphe longissima*), de 1,30 m, et la couleuvre à échelons (*E. scalaris*), de 1 m, sont arboricoles. Comme cette dernière, la coronelle bordelaise (*C. girondica*), qui ne dépasse pas 55 cm, et la couleuvre de Montpellier (*Malpolon monspessulanus*), qui atteint 2,50 m, vivent dans les régions méridionales.

La vipère péliade (*Vipera berus*), de 65 cm, habite le Nord, le Centre et les Alpes. L'aire de répartition de la vipère aspic (*V. aspis*) correspond aux deux tiers sud du pays. La vipère d'Orsini (*V. ursinii*), de 35 cm, se cantonne aux Alpes du Sud, et la vipère de Séoane (*V. seoanei*), de 45 cm, au Pays basque.

GROUPE C: SOLENOGLYPHES (15-24-26-35-57)

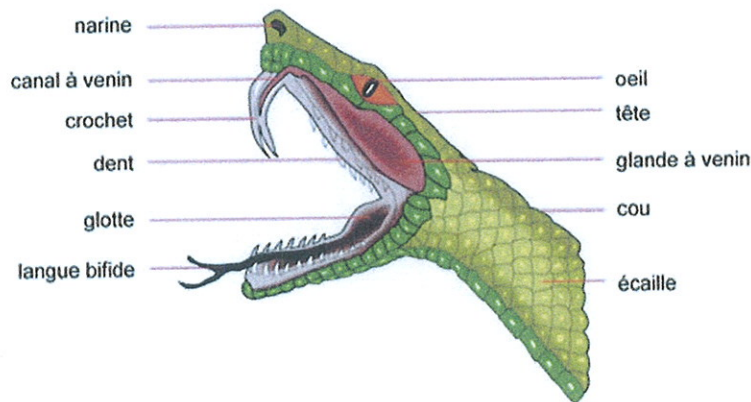
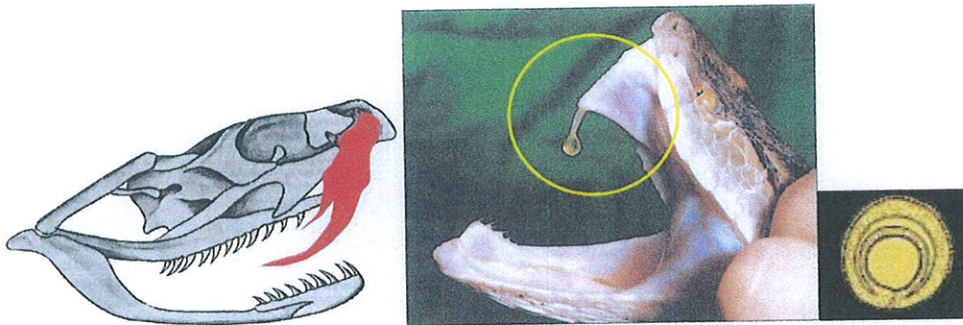


Figure 57 Morphologie de la tête d'un serpent venimeux solénoglyphe (40)



Figures 58, 59, 60. Crâne et coupe transversale de la dent d'un solénoglyphe (51)

Les solénoglyphes possèdent l'appareil venimeux le plus efficace qui soit (fig. 58, 59, 60). Les crochets à venin sont situés à l'avant de la mâchoire supérieure ; ils sont mobiles et canaliculés, comme une aiguille de seringue. Lorsque la gueule est fermée, les crochets sont repliés horizontalement contre le palais, et c'est au moment de la morsure, gueule grande ouverte, qu'ils se redressent vers l'avant. L'injection de venin est une action volontaire de chaque serpent venimeux, il décide en fonction de la situation d'utiliser ou non du venin, et en quelle quantité. L'injection n'est donc pas systématique. Les VIPÈRES, les CROTALES ou SERPENTS À SONNETTE, les MOCASSINS, les FERS DE LANCE appartiennent à ce groupe. L'injection est rapide profonde et brutale ; c'est l'arsenal des vipéridés et des atractaspiidés. Quatre vingt pour cent des envenimations sont dues à des vipéridés.

Des crochets, à différents stades de formation, sont placés en réserve dans le maxillaire, et remplacent immédiatement une dent cassée ou usée. Les crochets peuvent, chez la Vipère du Gabon (*Bitis gabonica*) de moins de deux mètres dépasser quatre centimètres de long ce qui est près du triple par rapport aux crochets d'un Cobra royal (*Ophiophagus hannah*). Ce système est caractéristique aux Vipéridés et aux Crotalidés. Le poison est violent et son action est plus ou moins rapide.

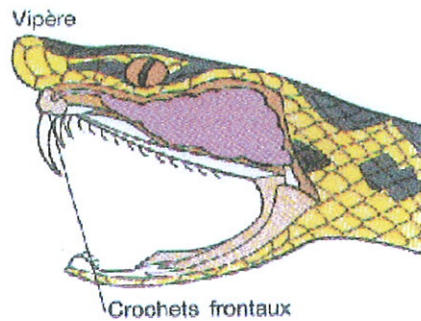


Figure 61 Serpent de type Vipère (51)

Les vipéridés se divisent en deux sous familles, les azemiopiné constituent une troisième sous famille mais avec des réserves...

viperinés ou vipères vraies	crotalinés ou crotales	azemiopiné
<i>Bitis nasicornis</i> vipère rhinoceros	<i>Porthidium</i> ou vipère mine	<i>Azemiops fea</i>
<i>Bitis caudalis</i> ou vipère du namib	<i>Sistrurus catenatus</i>	
<i>Atheris</i>	<i>Bothrops alternatus</i> Urutu	
<i>Daboia russelli</i>	<i>Crotalus scutullatus</i>	
<i>Bitis arietans</i>	<i>Crotalus willardi</i>	
<i>Bitis gabonica</i>	<i>Crotalus adamenteus</i>	
<i>Cerastes</i>	<i>Calloselasma</i>	
<i>Echis carinatus</i>	<i>Gloydius Halys</i>	
<i>Vipera aspis</i>	<i>Agkistrodon contortrix</i>	
	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	
	<i>Agkistrodon piscivorus</i>	
	<i>Crotalus durissus</i>	
	<i>Trimeresurus sp</i>	
	<i>Bothrops sp</i>	
	<i>Crotalus sp</i>	
	<i>Lachesis mutus</i>	

Tableau 8 Sous-famille de solénoglyphes

Chaque maxillaire, très réduit, présente à sa base deux alvéoles occupées alternativement par le crochet en place et son remplaçant. Le bord antérieur, prolongé vers les naseaux en une apophyse, est relié à l'os pré-frontal par un ligament.

Chacun des maxillaires est indépendant de son symétrique et peut basculer autour de son articulation maxillo-temporale sous la poussée des muscles protracteurs du palais.

Les deux branches de la mandibule sont unies par un ligament élastique qui leur permet de se mouvoir librement et séparément. La partie inférieure se compose d'une portion dentaire antérieure et d'une portion articulée postérieure. Le quadratum ou os carré relie la mandibule au crâne et permet ainsi un grand abaissement de celle-ci.

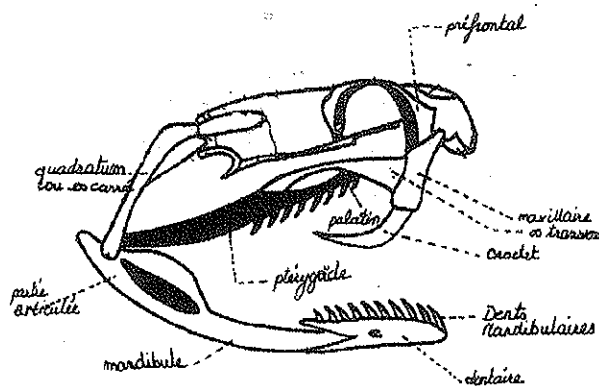


Figure 62 Crâne de Vipera aspis (68)

La figure 62 montre que des glandes 7 sort un long canal excréteur arqué qui passe sous l'œil ; on le nomme canal primaire 5. il forme ensuite un petit renflement ovoïde appelé glande accessoire 4 dont les parois ont tapissées par un épithélium sécrétoire muqueux. Le venin sécrété par la parotide va alors se mélanger à ce mucus. A la sortie de cette glande accessoire, le canal va en s'évasant pour former le canal secondaire 3 qui va s'ouvrir en biseau à la base du crochet 1. Une ramification de ce canal assure une connexion avec le crochet de remplacement. Une grande partie de la parotide 7 est recouverte par un muscle compresseur 8 qui, en se contractant, comprime la glande et fait ainsi sortir le venin sous pression.

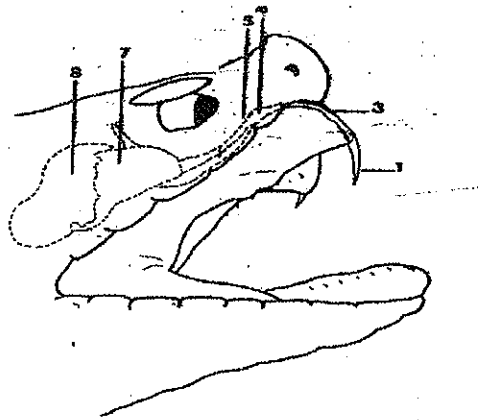


Figure 63 Tête de Vipera aspis : appareil sécréteur et inoculateur (68)

Exemple du mécanisme de morsure de la vipère aspic : il se fait en 5 phases et dure environ 1/40^{ème} de seconde. (68) :

<p>1 : projection de la tête : elle se fait sous l'action des muscles cervicaux cervico-mandibularis cm et neuro-costomandibularis ncm ; Abaissement de la mandibule</p>	
<p>2 : ouverture de la bouche et érection des crochets : l'ouverture se fait par abaissement des mandibules grâce à la contraction du muscle digastrique. L'érection des crochets venimeux se fait par protraction du palais grâce au muscle élévateur du ptérygoïde mep et protracteur du ptérygoïde mpp et par rotation des maxillaires sur eux-mêmes. Protraction des crochets</p>	

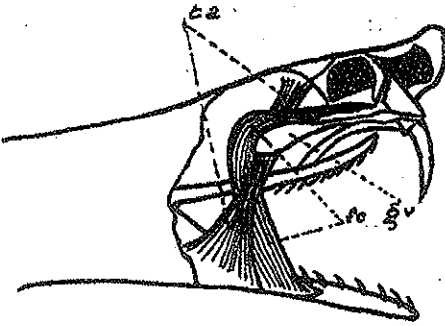
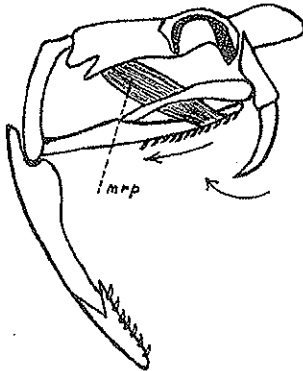
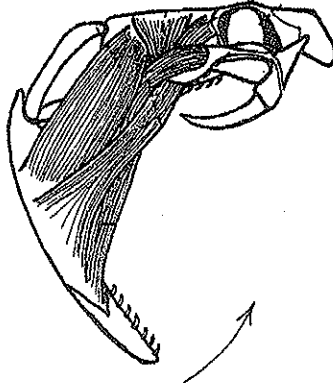
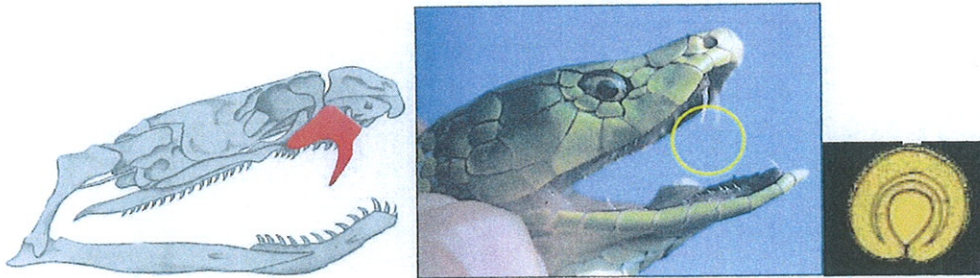
<p>3 : morsure et injection du venin : les crochets relevés s'enfoncent dans les tissus. La glande parotide gv comprimée entre le muscle compresseur de la glande fc et le muscle temporal antérieur ta, va expulser son venin sous pression dans le canal excréteur du crochet qui va injecter le venin directement dans la plaie.</p> <p>Musculature de la glande venimeuse</p>	
<p>4 : rétraction des crochets : dès que le venin a été inoculé, la vipère aspic relâche sa proie par rétraction des crochets grâce au muscle rétracteur du ptérygoïde mrp. La quantité de venin injecté ne correspond jamais à la totalité de la glande.</p> <p>Rétraction des crochets</p>	
<p>5 : mise au repos des crochets : aussitôt la proie relâchée, il y a élévation de la mandibule et fermeture de la bouche avec remise en place des crochets à l'état de repos rabattus contre le palais.</p> <p>Relèvement de la mandibule</p>	

Tableau 9 Mécanisme de morsure de la vipère aspic

GROUPE D: PROTEROGLYPHES (15-23-31-35-57)



Figures 64, 65, 66 Crâne et coupe transversale de la dent d'un protéroglyphe (51)

Les MAMBAS, les COBRAS ou NAJA, les SERPENTS CORAIL et les TAÏPANS appartiennent à ce groupe. Ce système est caractéristique aux Elapidés (cobras ou serpents à lunettes : Naja d'Asie et d'Afrique (*N. melanoleuca* de la forêt africaine, *Naja nigricollis* qui est un cracheur de venin, *N. mossambica* d'Afrique inter tropicale, mambas dont le genre *Dendroaspis* sp., mamba arboricole d'Afrique intertropicale, taipan...) et aux Hydrophidés (serpents marins).

Les crochets sont situés très en avant du maxillaire, courts et fixes ou légèrement mobiles. L'envenimation est alors facilitée par la morsure car les crochets sont en plus cannelés ; de plus, les venins sont extrêmement toxiques à action rapide et les glandes à venin très fonctionnelles. Certaines espèces (tel que le Cobra cracheur) ont développé un système de canalisation qui permet de projeter leur venin.

Parmi les serpents marins, la dose fatale de venin du cobra de mer (*Laticauda colubrina*), dit aussi tricot rayé commun, est de 1,5 mg. Le reptile produisant de 10 à 15 mg de venin, chaque morsure peut tuer jusqu'à dix personnes, ce qui en fait potentiellement l'une des créatures les plus mortelles du monde.

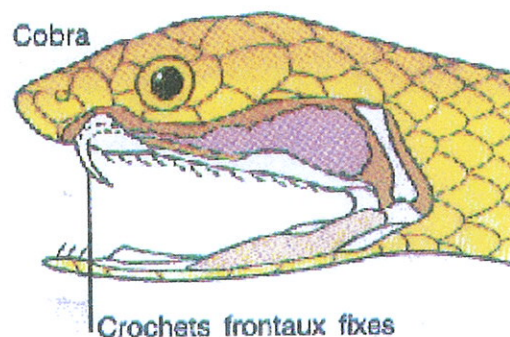


Figure 67 Serpent de type Cobra (51)

Il y a au moins quatre sous familles

elapinés	oxyuraninés	hydrophinés	laticaudinés
<i>Micruroides euryxanthus</i>	<i>Pseudonaja textilis</i>		Serpents marins
<i>Pseudohaje</i>	<i>Acanthophis ou death adder</i>		
<i>Hemachatus</i>	<i>Papuan taipan</i>		
<i>Naja nivea</i>	<i>Taipan</i>		
<i>Naja Haje</i>	<i>Notechis scutatus</i>		
<i>Naja naja naja</i>			
<i>Naja melanoleuca</i>			
<i>Ophiophagus</i>			
<i>Bungarus</i>			
<i>Micrurus surinamensis</i>			
<i>Dendroaspis ou Mambas</i>			

Tableau 10 Sous-familles de protéroglyphes

Serpents protéroglyphes

Le caractère protéroglyphe s'installe progressivement chez les serpents actuels. Ainsi, chez les élapidés du genre *Ogmodon*, 8 dents antérieures successives portent une cannelure. A un stade plus avancé, un crochet venimeux cannelé s'isole (par un diastème) du reste des autres dents maxillaires cannelées. Ces dernières sont en nombre variable chez les élapidés (de 1 chez *Bungarus* à 15 dans le genre *Demansia*).

Le conduit venimeux présente un orifice proximal de forme ovale et un orifice distal allongé en biseau et situé en retrait de la pointe du crochet venimeux. Cette position permet d'éviter une obstruction.

L'évolution des crochets venimeux s'accompagne d'un raccourcissement progressif des extrémités de l'os maxillaire en corrélation avec un allongement de l'os transverse. La glande venimeuse s'isole de la glande labiale supérieure par une épaisse gaine fibreuse et se situe en arrière de la région orbitaire sous forme d'une masse saillante allongée d'avant en arrière. Elle est compartimentée en une demi-douzaine de lobes qui se divisent en lobules, eux-mêmes composés d'acini tubuleux tapissés de cellules séreuses. Au centre de la glande venimeuse se forme un véritable réservoir à venin qui débouche dans un canal excréteur reliant la région antérieure de la glande à la base du crochet.

En avant de la glande venimeuse principale qui vient d'être décrite, et séparée de celle-ci par un collet, se trouve une glande accessoire de nature muqueuse annexée à la face dorsale du canal excréteur : la glande venimeuse est donc mixte. Elle ne dépasse guère, en arrière, la région de la commissure labiale mais, chez *Maticora intestinalis*, elle peut atteindre le tiers de la longueur du corps du serpent. C'est à partir des muscles élévateurs de la mandibule que se différencie le dispositif compresseur de la glande à venin. Ainsi, le muscle temporal antérieur fournit le faisceau supérieur tandis que le faisceau inférieur naît de la face médiale de la glande : ces deux faisceaux musculaires agissent en synergie pour comprimer la glande à venin au moment même de la morsure (fig.68) (74).

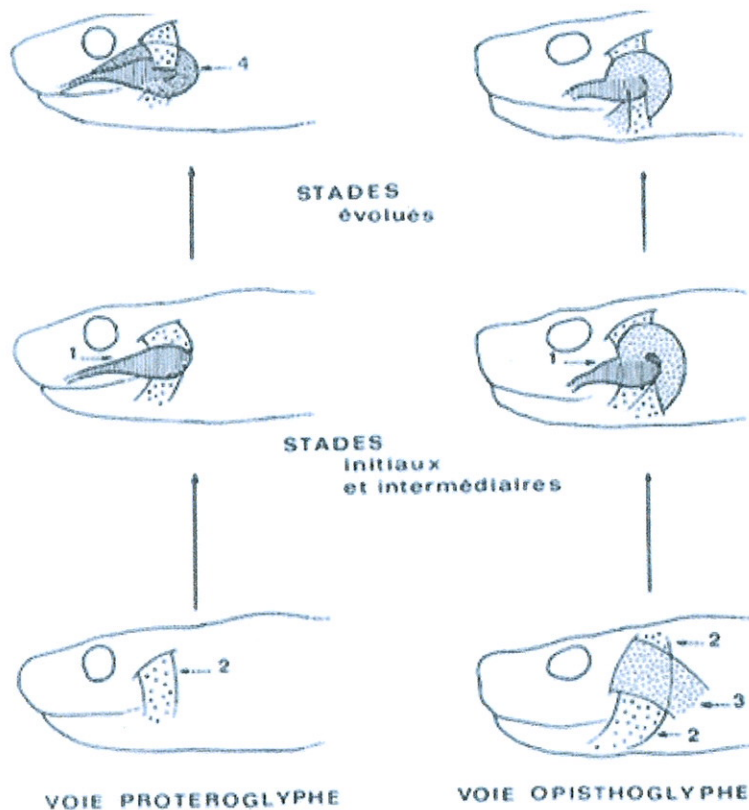


Figure 68 – *Evolution du muscle temporal* : dans la voie évolutive menant aux élapidés (serpents protéroglyphes), le muscle temporal antérieur (2) enserre la glande à venin (1) dans sa partie postérieure, son action est complétée par la « sangle musculaire » (4) qui entre en synergie d'action pour comprimer la glande à venin. Dans la voie opisthoglyphe (menant aux vipéridés), le chef postérieur du muscle temporal (3) enserre l'extrémité postérieure de la glande à venin (1) tandis que le chef antérieur (2) renforce le dispositif de « sangle musculaire » capable de comprimer la glande à venin et d'en émettre le produit sous pression.

Les glandes à venin (11-18))

Chez les protéroglyphes et les solénoglyphes, les glandes labiales se distinguent de la glande à venin. Cette dernière est située derrière l'œil et occupe un espace généralement importante. Chez certaines espèces, elle 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.

Appareil digestif

Tous les serpents ont une langue mince, allongée et bifide. La digestion commence dans la bouche : des glandes salivaires sécrètent des sucs digestifs qui facilitent l'ingestion des proies en les lubrifiant. L'œsophage comporte de nombreuses petites glandes qui favorisent la progression de la proie vers l'estomac qui produit un suc extrêmement acide. En dessous de 10°C, le processus digestif ne peut fonctionner efficacement et le serpent doit régurgiter sa proie ; la température idéale pour la digestion est de 30°C. C'est pourquoi le serpent cherche à atteindre cette température, en se chauffant au soleil par exemple lorsqu'il vient de se nourrir. Les serpents peuvent avaler une grande quantité de nourriture en une seule fois et sont capables de jeûner pendant de nombreux jours suite à cela. La durée de la digestion dépend de la grosseur de la proie. Plus la proie est petite, plus la fréquence des repas augmente. On a constaté que les serpents ne s'alimentent pas pendant la période qui précède la mue. Chez les serpents venimeux, le venin paralyse la proie tout en contribuant à la digestion. Du fait de la forme étroite du serpent, l'intestin grêle et le gros intestin sont moins enroulés et donc globalement plus courts que chez les autres animaux. L'intestin mesure environ 28% de la longueur totale de l'animal. Les aliments non digérés sont éliminés par le rectum et le cloaque (ongles, dents et cornes).

La majorité des Reptiles sont carnivores. Les adaptations principales sont les dents et les modifications de la mâchoire permettant d'avalier de grandes proies. Les crocodiles et la majorité des lézards ont de multiples dents semblables (ils sont homodontes).

La plupart des serpents venimeux ont des crochets creux qui leur permettent d'injecter leur venin. Ils procèdent de quatre manière différentes suivant les races afin de donner le coup de grâce : les constricteurs étouffent leur proie, la plupart des espèces inoculent un venin neuro-toxique, les serpents minutes ingèrent directement leur proie. Une majorité de couleuvres ont une salive toxique et utilisent aussi la constriction.

Dents (15)

En fonction de leur mode d'alimentation, les serpents ont soit un grand nombre de dents, soit presque aucune. Elles sont disposées le long de l'os dentaire (parties antérieures de la mâchoire inférieure), des maxillaires et des os palatins. En arrière, les os palatins sont soudés aux os ptérygoïdes, qui portent aussi généralement des dents. Au lieu d'être enracinées dans des alvéoles, les dents de serpents sont faiblement rattachées à la surface de la mâchoire, elles tombent facilement, mais sont constamment remplacées tout au long de la vie du serpent. Même les dents venimeuses sont perdues de cette façon, mais leur remplacement est rapide. Les dents qui tombent s'incrustent souvent dans la proie, lorsque celle-ci est entraînée dans la bouche du serpent, et sont alors avalées.

ETUDE DE QUELQUES ESPECES DE SERPENTS(29-80)

Les vipères (29)

Vipère aspic *Vipera aspis*

Taille : 0,60-0,80 m, 3 rangées d'écailles entre l'œil et la bouche, pas de plaque céphalique, museau retroussé. En France, au sud de la ligne Nantes-Metz, sauf sur le littoral méditerranéen. Habitat : elle préfère les zones montagnardes ouvertes, jusqu'à 3000m. Elle hiberne d'octobre à avril. Diurne, elle devient nocturne dès que la température s'élève. Elle consomme des petits mammifères (rongeurs, musaraignes), des oiseaux et des lézards. Elle est victime de destruction directe ainsi que de la destruction de son habitat.



Figure 69 Vipère aspic

À noter qu'il existe une sous-espèce de la vipère aspic, la vipère de Zinniker (*Vipera aspis zinnikeri*), endémique du Gers et des Pyrénées, dont le venin, de couleur blanche, est deux fois et demi à quatre fois plus toxique que celui de la vipère aspic classique.

Vipère péliade *Vipera berus*

0,60-0,80 m, 3 plaques céphaliques, museau non retroussé. Venin plus toxique que celui de la vipère aspic. Remplace la vipère aspic dans les milieux froids ou humides. En régression dans la plupart de l'Europe. Régime : rongeurs, amphibiens, poussins, lézards.



Figure 70 Vipère péliade

Vipère d'Orsini *Vipera ursinii*

0,40-0,60 m, 3 plaques céphaliques, tête peu triangulaire, venin relativement peu toxique. Habitat : pelouses entre 900 et 2200m. Diurne, peu active et peu agressive, mange des insectes et des lézards.



Figure 71 Vipère d'Orsini

La vipère des pyramides

La plupart des vipères des pyramides se déplacent de côté dans les déserts où elles se nourrissent de rongeurs et de lézards. Quand elle est dérangée, elle se met en forme de C, frottant les côtés de son corps ensemble, aiguisant ses écailles en dents de scie. La vipère des pyramides est armée de crochets fort développés qui injectent du venin extrêmement toxique. La morsure est très douloureuse. Ce serpent mesure jusqu'à 90 cm de long.

La vipère de Russel

La vipère de Russel, ou Daboia, est un serpent de grande taille, au venin mortel. Elle vit en Inde et en Indonésie. Elle se reconnaît par ses tâches brunâtres encerclées de noir. Quand elle est dérangée, elle émet un sifflement profond. Ce serpent mesure 1,50m de long et met au monde jusqu'à 65 petits en été.

Couleuvre à collier *Natrix natrix*

L'Ophidien le plus commun en France, présent partout, hiberne de novembre à mars. Les *Natrix* vivent aux abords de l'eau : mares, étangs, fossés. *Natrix natrix* tolère les sous-bois et les friches. Elle peut rester 30 secondes immergée. Généralement diurne, vorace, elle se nourrit de poissons, d'amphibiens et de rongeurs. Peu agressive, mais capable d'un bluff d'intimidation. Elle peut mimer la mort.



Figure 72 Couleuvre à collier

Couleuvre vipérine *Natrix maura*

0,90-1,20 m, marques en zig-zag sur le dos. Sud de la France jusqu'à Paris. Plus rare que *N. natrix* mais plus inféodée aux points d'eau (« Vipère d'eau »). Elle peut adopter un comportement défensif mais ne mord jamais.



Figure 73 Couleuvre vipérine

Couleuvre verte et jaune *Coluber viridiflavus*

1,80 m, paraît rayée jaune et noire. Arboricole, lieux secs et broussailleux méridionale et sur le littoral atlantique. Diurne, agile et vorace, elle se nourrit de petits mammifères, d'oiseaux, de reptiles...Elle mord souvent, sa morsure peut être douloureuse mais pas dangereuse.



Figure 74 Couleuvre verte et jaune

Couleuvre de Montpellier *Malpolon monspessulanus*

Opisthoglyphe, jusqu'à 2,5 m, front concave, « sourcil » froncé. Sur une bande de 100 km autour de la Méditerranée. Vignobles, landes, rocailles. Mange des lézards, serpents, rongeurs, oiseaux, œufs. Les couleuvres ne sont pas venimeuses à l'exception de la couleuvre de Montpellier mais ses crochets très en arrière ne permettent pas l'injection de venin facilement.



Figure 75 Couleuvre de Montpellier

Couleuvre d'Esculape *Elaphe longissima*

Jusqu'à 2 m, « croissant » jaune à l'arrière de la tête. Centre et sud de la France, milieux plutôt secs, arboricole. Régime: rongeurs, lézards, poussins.



Figure 76 Couleuvre d'Esculape

Caractéristiques générales des cobras (31)

Les cobras sont rapides et élancés. Pour intimider leur ennemi, ils dressent la partie antérieure de leur corps en étalant une coiffe au niveau de leur cou. Cette opération spectaculaire est obtenue en écartant leurs côtes cervicales. Gueule ouverte, ils émettent un souffle puis frappent. La coiffe est plus ou moins développée selon les espèces. En général, les cobras africains ont des coiffes plus réduites. Certains cobras particulièrement imposants comme le cobra royal peuvent s'élever à plus d'un mètre du sol. Leur venin est extrêmement actif et agit sur le système nerveux avec une action neurotoxique. Les cobras sont des dents protéroglyphes.

Peu d'Elapinés sont aquatiques. Il faut tout de même mentionner le cobra aquatique (*Boulengerina annulata*) qui vit sur les berges des rivières d'Afrique tropicale. Il peut atteindre 2,50 m de long. Dissimulé dans les anfractuosités des berges, il se nourrit de poissons. Quant au cobra forestier (*Pseudohaje goldi*) d'Afrique, il est strictement arboricole.

Le Cobra indien (*Naja naja*). (29) (fig.77)

Le cobra indien est également appelé cobra à lunettes. Ce surnom lui vient des marques que l'on peut très bien observer quand il déploie sa coiffe qui est particulièrement développée et peut atteindre 15 cm de large chez un individu de 2,20 m.

C'est un serpent principalement crépusculaire et nocturne. Il se nourrit essentiellement de rongeurs mais apprécie également les oiseaux, lézards et crapauds. Il est assez irritable mais il est très utilisé par les charmeurs de serpents indous. Son venin est extrêmement dangereux. Il peut aussi cracher un jet de venin jusqu'à 2 m dans les yeux de ses adversaires et les aveugler définitivement. La femelle pond jusqu'à 20 œufs dans une tanière ou une termitière abandonnée. En principe, elle monte la garde jusqu'à l'éclosion des œufs. On trouve ce cobra en Inde, au Turkestan, Pakistan, sud de la Chine et en Indochine.

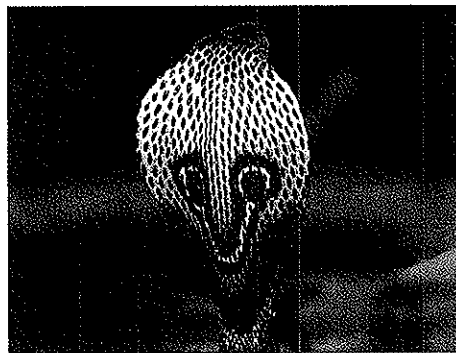


Figure 77 *Naja naja* (29)

Les cobras cracheurs

Certains cobras, tels que *Naja nigricollis* et *Naja mossambica* en Afrique, ainsi que certains cobras asiatiques sont des cobras cracheurs. Ils peuvent projeter leur venin à plusieurs mètres grâce à une spécialisation des crochets. Le cobra expulse brusquement de l'air de son poumon, tandis qu'une contraction musculaire fait jaillir le venin à la base du crochet. Le venin est alors soufflé en fines gouttelettes. Projeté sur la peau, il est pratiquement sans effet mais le cobra le projette à la hauteur des yeux. Si l'œil n'est pas rincé aussitôt, la cornée peut être détruite et la cécité apparaître en quelques dizaines d'heures.

Cobra d'Égypte (*Naja haje*)

Sa longueur moyenne est de 2 m mais il peut dépasser les 2,40 m de long. Ses crochets sont longs de 8 à 10 mm. Il émet un venin neurotoxique qui agit surtout sur les muscles de la respiration par paralysie. Ses morsures sont mortelles. On le trouve en Afrique du Nord, en Égypte et en Israël. Il est surtout actif au crépuscule et de nuit. C'est un cobra casanier qui reste dans le même terrier toute l'année. Il est très mobile et possède des réactions fulgurantes. La femelle est ovipare et pond de 8 à 20 œufs.

Cobra de forêts (*Naja melanoleuca*)

C'est le plus grand des cobras africains. Il peut atteindre 2,50 m. Il semble entièrement noir mais sous un bon éclairage, on peut observer des mouchetures pâles sur ses écailles. L'avant de son rostre, une partie de sa tête et de son ventre sont jaune orangé vif. Très venimeux, il se nourrit de petits mammifères. Il vit en Afrique centrale et dans les régions orientales d'Afrique du Sud. Il apprécie les forêts denses. La femelle est ovipare et dépose de 15 à 26 gros œufs sur une litière de feuilles ou dans un tronc creux.

Cobra du Cap (*Naja nivea*)

Autant diurne que nocturne suivant la température, le cobra du Cap est terrestre mais peut également se montrer arboricole pour rechercher ses proies. C'est un serpent assez agressif qui est responsable de la plupart des morsures fatales en Afrique du Sud. Il a une préférence pour les régions sèches et arides et peut monter jusqu'à 2 000 m d'altitude. Ce cobra mesure entre 1,50 m et 2 m. Il se nourrit de petits mammifères, rongeurs, batraciens, reptiles et autres serpents. La femelle est ovipare et pond entre 8 et 20 œufs qui éclosent après 14 à 21 jours d'incubation. Son venin est neurotoxique et particulièrement dangereux.

Le cobra royal (*Ophiophagus hannah*)

Le cobra royal ne craint personne à l'exception de l'homme et de la mangouste. Bien qu'effrayant par sa taille et la toxicité de son venin, ce n'est pas le serpent le plus agressif. C'est le plus grand serpent venimeux au monde ; sa taille moyenne est de 4 m mais certains individus atteignent les 6 m de long. On le trouve en Asie du Sud Est.

LES VENINS

Les venins, actions et principaux symptômes (11-18-57)

Les venins de serpents ont une toxicité qui diffère de par leurs compositions chimiques, tributaires de l'espèce voire de sa zone géographique, de l'âge de l'animal (les extraits de venin d'*Agkistrodon contortrix* sont 26 fois plus toxique chez le nouveau-né que chez l'adulte), enfin du contexte dans lequel se retrouve l'animal étant donné qu'un serpent en phase de mue arrête de s'alimenter, il est donc possible que la composition du venin atteigne une certaine concentration, puisque logiquement il ne mord pas, à part pour se défendre...

Ainsi pour évaluer la toxicité d'un venin on a recours à ce que les toxicologues appellent la dose létale 50 (DL 50), mesure qui tient compte soit de la résistance soit de la sensibilité de l'espèce de laquelle on examine les effets du toxique (variations individuelles). De ce fait on obtient une moyenne sur la quantité de toxique qui tue 50% des animaux expérimentaux, ce qui nous rapproche grandement de la réalité. A noter que plus une DL 50 est basse plus l'agent est toxique (ex par voie intraveineuse, *Dendroaspis polylepis* DL50 0.25mg/kg est bien plus toxique que *Gloydius halys* DL50 9.75mg/kg : $9.75/0.25=39$, le venin du mamba noir est donc 39 fois plus toxique que celui de la vipère de Halys!!!)

La voie intraveineuse semble être la plus intéressante puisqu'elle indique la toxicité du venin par voie générale donc la létalité globale d'un venin. Les voies sous-cutané et intramusculaire donnent également une idée de la toxicité d'une manière générale : les PLA2 neurotoxiques de PM bas se diffusent très rapidement ; on comprend ainsi pourquoi l'administration intraveineuse ou sous-cutané sont sensiblement proches en ce qui concerne le venin des élapidaes.

Quand aux venins mixtes ou à composante enzymatique il y a souvent un net contraste suivant le mode d'injection ex : le venin d'*Oxyuranus scutellatus* a une létalité bien plus élevée par voie intra péritonéale que par d'autres voies.

Les venins et toxines de serpents (6-77)

Le premier manuel de chimie, rédigé en français à la fin du XVIIème siècle par Nicolas Lémery décrivait déjà quelques propriétés des venins de vipères. Il rapportait les doutes quant à l'origine des effets observés. Les données contemporaines suggéraient une intervention des « esprits irrités » mais, un nouveau venu de la scène scientifique, Francisco Redi, un florentin à l'esprit brillant, apportait une explication autre, moins philosophique.

Comme le rapporte Lémery : « *Au contraire il (F.Redì) dit, qu'ayant mis de ce suc jaune sur les playes de plusieurs sortes d'animaux ils en étoient morts ; & de là il conclut que le venin de la Vipère est dans le suc jaune, & non point seulement dans les esprits irritez, comme ont voulu les autres, croyant que cette seule cause étoit trop Metaphysique* ». C'était le début de ce qui allait devenir plus tard la Toxinologie.

Comme l'écrivait Paul Boquet, alors Directeur de l'Unité des Venins à l'Institut Pasteur, dans une revue publiée en 1979, les venins de serpents constituent une véritable « mosaïque d'antigènes ».

1) Présentation générale des venins

On connaît environ 2 700 espèces de serpents parmi lesquelles près de 400 sont venimeuses. Ces dernières sont principalement regroupées selon cinq familles qui sont les Elapidae (cobras, mambas, bungares, serpents corail, etc.), les Hydrophiidae (serpents-marins), les Viperidae (vipères et crotales), les Atractaspididae (serpents-taupes) et dans une moindre mesure les Colubridae (couleuvres).

D'une manière générale, on distingue en biologie, quatre catégories majeures de molécules douées de propriétés biologiques. Ce sont les protéines, les acides nucléiques, les lipides et les carbohydrates. Les protéines et les peptides sont des polymères d'acides aminés. Ils constituent le composant prépondérant des venins de serpents. Des données éparses datant du milieu du 20^{ème} siècle indiquent que certains venins, tels que ceux de *Naja naja*, de la vipère de *Russell* et de *Crotalus terrificus terrificus*, renferment des lipides, des carbohydrates ainsi que certaines des unités constitutives des acides nucléiques, à savoir des nucléosides. Nombre de venins contiennent aussi des acides aminés libres et de la riboflavine, aussi appelée vitamine B 2. D'autres composés tels que la sérotonine, la bufoténine, le N-méthyltryptophane et l'histamine sont également trouvés dans quelques venins. L'acétylcholine est présente dans les venins des mambas et des substances dérivées de l'acétylcholine sont présentes dans les venins de cobras, des crotales ou des vipères. Enfin, les venins renferment des métaux tels que le zinc, du magnésium, du fer et du cobalt.

Les protéines et plus particulièrement les toxines confèrent un avantage évident pour le serpent qui les utilise pour chasser, attraper une proie, l'immobiliser rapidement, peut-être pour la digérer et éventuellement pour assurer sa défense. Les toxines remplissent leur fonction d'immobilisation avec efficacité, en bloquant le fonctionnement du système nerveux, des muscles ou du système cardio-vasculaire.

Les enzymes provoquent des dommages capillaires locaux, des nécroses tissulaires, des hémorragies, induisent des hypotensions aiguës et des douleurs vives. Il peut paraître surprenant que les venins renferment de la riboflavine. Ce composé sert de coenzyme à la L-amino-acide oxydase, un enzyme très souvent rencontré dans les venins. La présence d'acétylcholine dans les venins de mambas s'explique ; ceux-ci, en effet, ne possèdent pas d'activité destructrice de l'acétylcholine, c'est-à-dire d'acétylcholinestérase, un enzyme présent dans la plupart des autres venins de serpents. Les venins de mambas renferment des inhibiteurs de ces enzymes. Protégée de toute dégradation, l'acétylcholine peut participer à la stimulation tétanisante des muscles en synergie avec d'autres toxines qui, nous le verrons, ont elles aussi cette vocation. Les métaux sont souvent des éléments indispensables à l'expression de diverses actions enzymatiques, telles que celles des métalloprotéinases dont certaines, on le sait, se caractérisent en outre par des propriétés hémorragiques marquées.

Deux points doivent être soulignés. Pour des raisons pratiques, le chercheur souhaite disposer de quantités importantes de venin et en conséquence, il procède à des prélèvements à partir de nombreux spécimens d'une espèce particulière. L'analyse du venin est donc le reflet d'un mélange de venins dits « individuels ». Or il faut savoir que selon le sexe, l'environnement, etc. le venin de serpent peut varier considérablement tant du point de vue de sa toxicité que de sa composition générale. De plus, les venins sont souvent prélevés par une tierce personne. Il importe alors de s'assurer que la qualité du venin prélevé est bien celle que l'on espère. Le risque qu'un venin identifié par un tiers inconnu soit un mélange de venins provenant d'espèces non identifiées n'est, hélas, pas nul.

2) Les enzymes

Un enzyme est un catalyseur biologique, capable de transformer avec une grande efficacité un substrat. Les venins renferment de nombreux enzymes aux spécificités variées. On peut distinguer cinq grandes catégories d'enzymes de venins de serpents.

2.1 Les enzymes qui agissent sur les liaisons esters

Les phospholipases

On rencontre des phospholipases de type A2 (PLA2) dans la plupart des venins d'Elapidae, d'Hydrophiidae, de Viperidae, d'Atractaspididae et de Colubridae. En présence de calcium, ces enzymes catalysent l'hydrolyse des phospholipides en acides gras et en lysophospholipides.

Certaines ont comme cible première les phospholipides du système hémostatique. Elles provoquent alors une inhibition de la coagulation. D'autres PLA2 agissent sur les thrombocytes et induisent une inhibition de l'agrégation des plaquettes. D'autres encore agissent sur les hématies qui subissent alors une lyse, sur les membranes des cellules musculaires qui se nécrosent (myotoxicité) ou sur les terminaisons nerveuses qui perdent alors leur capacité à libérer les neuromédiateurs. Dans ce dernier cas les PLA2 sont de redoutables toxines. Les PLA2 sont des protéines stables qui résistent aux conditions généralement dommageables pour la plupart des protéines, telles que les températures élevées ou les pH acide ou basique. La présence de phospholipases de type C a également été observée dans certains venins d'Elapidae et de Viperidae.

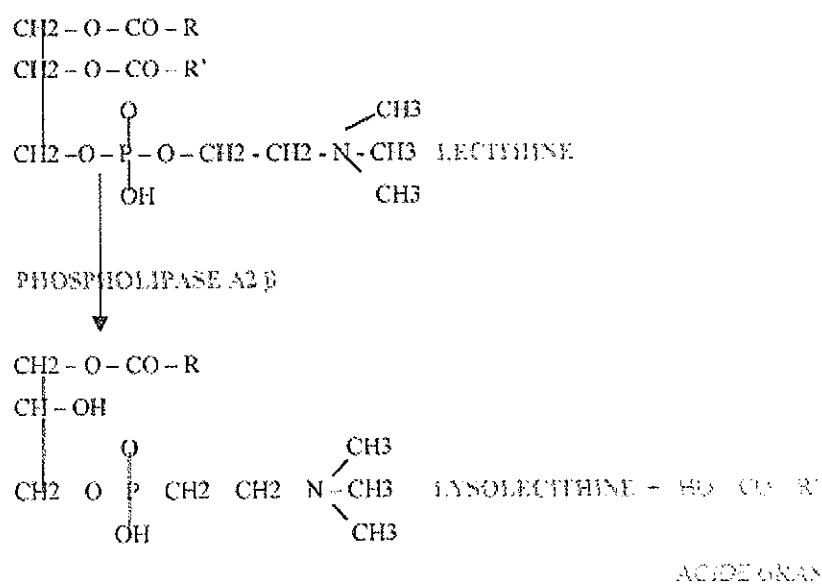


Figure 78 Hydrolyse de la lécithine par la phospholipase A₂β (68)

Suivant le type de phospholipase et le substrat hydrolysé (essentiellement des lécithines), les lysodérivés auront un pouvoir hémolytique différent. Parmi ces dérivés, on retrouve des lysolécithines, résultat de l'hydrolyse de lécithines, tensio-actives et douées d'un pouvoir hémolytique tel qu'elles sont capables de déclencher une hémolyse par perméabilisation des membranes des hématies. Les lysolécithines possédant un pôle hydrophile et un pôle hydrophobe, s'étalent à la surface des érythrocytes et s'enfoncent dans la membrane par leur pôle hydrophobe. Ceci entraîne une destruction de la membrane et donc une hémolyse qui se visualise surtout par du sang extravasé localement.

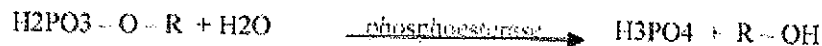
L'acide gras insaturé est quant à lui susceptible de former un composé SRS-A entraînant une contraction des fibres musculaires lisses et une hypotension artérielle secondaire. Ce composé SRS-A aurait en fait une activité analogue à la bradykinine et la présence de calcium favoriserait la réaction (fig. . la phospholipase A2 possède en effet dans sa structure un site de fixation pour le calcium.

Les acétylcholinestérases

Nombre de venins d'Elapidae et d'Hydrophiidae contiennent des enzymes qui catalysent l'hydrolyse de l'acétylcholine en choline et acétate. Bien qu'appartenant à la famille des Elapidae, les mambas élaborent des venins dépourvus d'acétylcholinestérase. Au contraire, ils produisent de puissants inhibiteurs nommés fasciculines.

Phosphoestérases

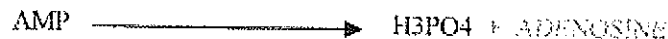
Elles ont pour but de couper par hydrolyse les fonctions phosphoesters entraînant ainsi la formation d'alcool et d'acide phosphorique.



Les venins de serpents contiennent des enzymes contribuant à la dégradation des acides nucléiques (ADN et ARN). On distingue principalement les phosphodiéstérases, les nucléotidases, les phosphomonoestérases et les endonucléases. Les phosphodiéstérases de venin se caractérisent par leur capacité à séparer l'unité 5'- mononucléotide qui porte un groupe hydroxyle libre en position 3' de la chaîne nucléotidique. Ces exonucléases permettent d'identifier la séquence en nucléotides d'une chaîne nucléotidique à partir de sa partie 3'. C'est à ce titre que ces enzymes, d'un poids moléculaire voisin de 115 000 étaient appréciés des chercheurs, avant l'avènement des enzymes de restrictions. Les 5' nucléotidases, d'un poids moléculaire de 100 000 environ, catalysent l'hydrolyse des liaisons phosphates de l'AMP et de l'ADP en phosphate et adénosine. La 5' nucléotidase du venin de *Trimeresurus gramineus*, apparaît comme un inhibiteur de l'agrégation des plaquettes lorsqu'elle est en présence d'ADP. D'autres phosphoestérases, également de haut poids moléculaire, ont des actions peu spécifiques. Ce sont les phosphatases acides et les phosphatases basiques. Tous les enzymes dont il vient d'être question sont sensibles à la chaleur.

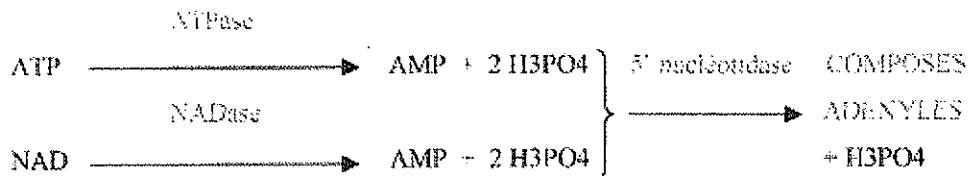
Les endonucléases des venins de serpents sont de deux types. Les unes sont des ribonucléases qui agissent sur les ARNs et les autres sont des désoxyribonucléases qui agissent sur les ADNs. Les ribonucléases ont un poids moléculaire voisin de 15 000 et sont stables vis-à-vis des conditions dénaturantes pour la plupart des protéines. Enfin, pour mémoire, on citera les adénosines triphosphatases rencontrées dans quelques venins de serpents.

-La phosphomonoestérase ou 5' nucléotidase est capable de dégrader les nucléotides de l'AMP et de le transformer en acide phosphorique et adénosine. Cette dernière serait responsable de troubles cardiovasculaires.



-Les phosphodiéstérases entraîneraient une atteinte des chaînes d'ADN et d'ARN en hydrolysant le dernier nucléotide au niveau de la chaîne. Le mononucléotide détaché subit l'action de la phosphomonoestérase, se transformant à son tour en composés adénylés qui sembleraient être des kinines agissant sur la pression artérielle. Les chaînes d'ADN seraient plus facilement hydrolysables que celles d'ARN.

Il existe d'autres phosphoestérases (ATPase et NADase) qui s'attaquent aux molécules d'ATP et de NAD suivant le même type de réaction.



2.2 Les enzymes qui agissent sur les composés glycosylés

Les venins de serpents contiennent des hyaluronidases qui catalysent l'hydrolyse des liaisons glycosidiques de certains mucopolysaccharides des tissus conjonctifs tels que l'acide hyaluronique du tissu conjonctif ou le sulfate de chondroïtine ce qui entraîne la dépolymérisation de la substance fondamentale et donc augmente la perméabilité du tissu conjonctif: la diffusion des toxines dans les tissus est facilitée (d'où son appellation d'enzyme de diffusion) mais les hyaluronidases sont dépourvues de toxicité propre.

Parmi les autres enzymes agissant sur les composés glycosylés on citera les héparinases qui, en provoquant une hydrolyse de l'héparine préviennent l'action anticoagulante de cette dernière. On citera aussi les NAD-nucléosidases et les amylases.

2.3 Les protéinases

Les venins de serpents et surtout ceux des Viperidae contiennent des protéines parmi lesquelles on remarque des peptidases, des endopeptidases et des enzymes aux actions plus spécifiques. Parmi ceux-ci, on notera les activateurs des facteurs X, les activateurs de prothrombine, les kininogénases, les α et β -fibrinogénases, les collagénases et les élastases. Certains de ces enzymes trouvent une utilisation pratique en clinique. Nombre d'enzymes protéolytiques de venins de serpents sont des métalloprotéinases qui par conséquent n'exercent leur acte catalytique qu'en présence d'un ion métallique, le plus souvent Zn^{2+} . C'est le cas des collagénases, des élastases, des activateurs de facteurs X, des inhibiteurs de protéinases plasmatiques et des protéinases qui affectent l'antithrombine III. Par surcroît, les venins de Vipéridae contiennent une grande diversité de métalloprotéinases hémorragiques dont les poids moléculaires sont compris entre 15 000 et 100 000. Des travaux récents de clonage des ADNc codant pour des hémorragines de venins de Viperidae indiquent que ces protéines sont formées d'un domaine appelé propeptide suivi d'un domaine correspondant à une métalloprotéinase puis d'un domaine de désintégrine. Les rôles respectifs des différents domaines dans l'action hémorragique de ces protéinases restent à élucider.

Il s'agit d'endo- et d'exo-peptidases, qui détruisent les chaînes protéiques de divers tissus tels que le collagène, le fibrinogène, l'élastine ou encore des oligopeptides en hydrolysant les liaisons peptidiques. Elles provoquent donc la destruction des tissus conduisant parfois à une nécrose. Parmi ces protéases, on trouve la collagénase, l'élastase, l' α -fibrinogénase, la β -fibrinogénase, la kininogénase. Elles mettent directement en jeu un système enzymatique responsable de la formation de kinines. En effet, sous l'action de ces enzymes, l'altération du collagène va activer le facteur XII ou facteur de Hageman qui active à son tour les facteurs de perméabilité. Ces derniers vont ainsi permettre la formation de kinine à partir de kininogène. On trouve aussi un activateur du Facteur X dans le venin des vipéridés.

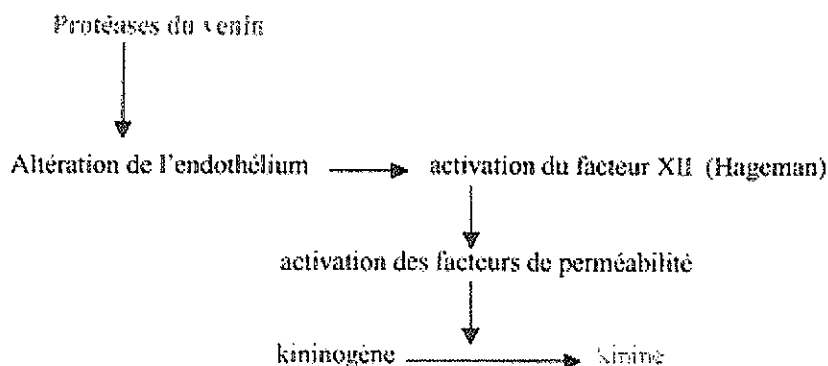


Figure 79 Formation de kinine sous l'action des protéases (68)

Cette formation de kinine (fig. 79) est à l'origine de troubles vasculaires tels que la vasodilatation et l'hypotension artérielle. Ces substances entraînent également une stase microcirculatoire et favorisent l'apparition de l'œdème par augmentation de la perméabilité capillaire. Elles seraient responsables de la diapédèse des polynucléaires au niveau du point d'injection du venin. Fortement antigéniques, pouvant même être à l'origine d'un choc anaphylactique, ces protéases libèrent dans le sang des activateurs de la coagulation. Suivant la dose de venin injectée, les protéases agissent de deux façons opposées : à forte dose le venin est anticoagulant et à faible dose, il est procoagulant.

2.4 Les oxydoréductases

Les venins de serpents contiennent des L-amino-acide oxydases qui catalysent la transformation d'un acide aminé en configuration L dans sa forme α -cétonique. C'est la plus importante des enzymes de ce groupe que l'on retrouve chez les vipères à venin jaune. Ces enzymes possèdent un groupe prosthétique nommé FAD (flavine-adénine-dinucléotide) qui subit une réduction au cours de la réaction enzymatique, ce qui confère aux venins la couleur jaune. Cette enzyme oxyde les aminoacides issus de la lyse des protéines par les protéases en acides cétoniques. Elle n'a pas de toxicité propre mais interviendrait comme activateur des endopeptidases et serait donc responsable de la lyse de l'endothélium vasculaire.

Un tel cocktail d'enzymes pourrait avoir comme vocation première de contribuer à la dégradation progressive des proies, préparant celles-ci à une digestion facilitée pour un animal qui ne possède pas de système efficace de mastication. L'origine des enzymes des venins n'est pas totalement comprise. Il est probable que les glandes à venin ont évolué à partir des glandes salivaires lesquelles sont riches en enzymes.

Les toxines :

Neurotoxines

Myotoxines

Hémotoxines

3 Les neurotrophines

Les vertébrés produisent des quantités limitées de divers facteurs qui régulent la survie des neurones. Ces facteurs sont désormais regroupés sous le nom générique de neurotrophines. Le plus connu d'entre eux est le facteur de croissance des nerfs NGF selon la terminologie anglo-saxonne (*Nerve Growth Factor*).

4 Les facteurs qui affectent le complément

Le complément est un système multi-enzymatique dont le fonctionnement contribue à la défense de l'organisme. Il agit selon deux voies. La première dite classique implique la formation initiale d'un complexe entre un antigène localisé à la surface d'une cellule étrangère et un anticorps. Il s'ensuit une série d'événements en cascade mettant en œuvre diverses protéines appelées C 1, C 2, C 3,...C 9. Le processus aboutit finalement à la formation de pores dans la membrane de la cellule étrangère qui subit alors une lyse. L'autre voie dite alternative est non spécifique d'un antigène. En alerte permanente, elle est activée lorsque ses mécanismes de contrôles sont inhibés.

De nombreux enzymes de venins de serpents et en particulier des métalloprotéinases dégradent les composants du système du complément ce qui, d'une manière non spécifique conduit à son inactivation. Cependant, il existe dans les venins de cobras d'autres éléments qui bloquent le fonctionnement du complément mais qui cette fois agissent de façon spécifique. Ce sont les facteurs des venins de cobras (CVF), qui se fixent sur un composant plasmatique de la voie alternative, le facteur B qui est complémentaire de la protéine C3.

Cette fixation constitue le point de départ d'une cascade d'événements qui aboutissent à une inactivation du complément. Les CVFs sont formés de trois chaînes polypeptidiques reliées entre elles par plusieurs ponts disulfure. Le rôle que jouerait ce facteur dans l'action d'un venin n'est pas clair.

5 Les inhibiteurs d'enzymes

Les venins de serpents contiennent des inhibiteurs d'enzymes. Ceux de Viperidae renferment notamment des peptides de 20 acides aminés qui inhibent une carboxypeptidase, un enzyme qui convertit l'angiotensine I en angiotensine II. Ce faisant, ces peptides augmentent l'action hypotensive de la bradykinine sur les artérioles, produisant une vasodilatation qui entraîne la formation d'œdèmes et des sensations de douleurs. Les venins de Viperidae contiennent aussi parfois des inhibiteurs de phospholipases A₂. En particulier, un composé d'un PM de 5 000 environ a été découvert dans le venin de *Bothrops neuwiedi*. Les venins des Elapidae appartenant au genre *Dendroaspis* (mambas) contiennent des inhibiteurs d'acétylcholinestérases. Ces sont des petites protéines d'un PM de 7 000 environ. L'atramine est une protéine d'un PM de 55 000 isolée du venin de *Naja naja atra* et qui inhibe l'acétylcholinestérase de venin de *Bungarus multicinctus*. Enfin, on notera les nombreux inhibiteurs de protéinases qui comprennent entre 52 et 65 acides aminés et dont certains bloquent le fonctionnement des enzymes à sérine comme la trypsine ou la chymotrypsine. Le rôle de l'action inhibitrice de protéinases dans l'action d'un venin n'est pas très claire mais les inhibiteurs peuvent exercer d'autres fonctions, notamment des actions toxiques. C'est le cas, par exemple, de la dendrotoxine qui ressemble à un inhibiteur de la trypsine et qui exerce principalement une fonction d'activation de libération de neuromédiateur.

6 Les toxines

On appellera toxine toute protéine ou peptide qui directement ou indirectement, seul ou en association avec d'autres composants du venin perturbe le fonctionnement des nerfs, des muscles ou du système cardio-vasculaire et ainsi peut contribuer à l'immobilisation d'une proie.

Jusqu'à présent les toxines étaient classées suivant leurs effets biologiques. Mais la liste des actions toxiques différentes ne cesse de croître. Une présentation simple et fondée sur la connaissance de l'architecture moléculaire des toxines est aujourd'hui possible.

Elle repose sur l'observation selon laquelle des toxines aux fonctions différentes adoptent néanmoins des repliement globaux similaires. Aujourd'hui, grâce aux nombreux travaux de cristallographie et de RMN, on peut classer les structures tridimensionnelles des toxines de serpents en trois grandes catégories. La première renferme les toxines qui possèdent une architecture similaire à celle des phospholipases A2. La seconde concerne les toxines dont la chaîne polypeptidique est repliée selon une architecture dite à « trois doigts ». La troisième catégorie renferme quelques toxines dont les structures tridimensionnelles diffèrent de celles des deux catégories précédentes.

6.1 Les toxines adoptant la conformation d'une phospholipase A2

Les pancréas des divers mammifères contiennent des enzymes qui en présence de calcium catalysent l'hydrolyse des phospholipides en acides gras et en lysophospholipides. Les enzymes qui effectuent cette hydrolyse sont des phospholipases A2 (PLA2) avec un rôle sur la digestion. Les PLA2 des venins de serpents représentent souvent une fraction protéique importante d'un venin de serpent, parfois plus de 10% du poids sec. Toutes les PLA2 des venins de serpents ne sont pas létales. Dans ce qui va suivre il ne sera question que des PLA2 toxiques.

Les PLA2 présynaptiques

Ce sont des toxines puissantes que l'on trouve dans les venins d'Elapidae, d'Hydrophiidae et de Viperidae. Elles agissent à des doses létales (DL_{50}) souvent comprises entre 0,02 μ g et 1 μ g par souris de 20 g. Elles provoquent un arrêt de la transmission neuromusculaire qui est suivi d'une paralysie des muscles et en particulier du diaphragme. La mort survient par arrêt respiratoire. L'action paralysante des PLA2 présynaptiques résulte d'une action sur les membranes des terminaisons axonales qui perdent ainsi leur capacité à libérer leur neuromédiateur (l'acétylcholine) dans la fente synaptique. Cet effet ultime est parfois précédé d'une phase initiale de blocage puis d'une phase de facilitation de la libération du neuromédiateur. Il est vraisemblable que les canaux potassium sensibles aux voltages constituent une cible pour certaines PLA2 présynaptiques, telle que la β -bungarotoxine. Il est probable aussi que les PLA2 présynaptiques perturbent directement ou indirectement un ou plusieurs facteurs qui contrôlent le phénomène d'exocytose.

La notexine ($DL_{50}=0,3\mu/souris$) du venin du serpent australien *Notechis scutatus* ou de l'ammodytoxine ($DL_{50}=0,4\mu/souris$) du venin de la vipère *Vipera ammodytes*. D'autres au contraire s'associent à un ou plusieurs partenaires protéiques. Par exemple, le module de base de la β -bungarotoxine ($DL_{50}=0,3\mu/souris$) du venin du bungare asiatique *Bungarus multicinctus* est relié par un pont disulfure à une protéine similaire à la dendrotoxine, une petite protéine toxique de 59 acides aminés avec trois ponts disulfure dont il sera question plus loin. La crotoxine ($DL_{50}=1\mu/souris$) du venin du crotale. *Crotalus durissus terrificus* est formée d'un module de base associé de manière non covalente à trois fragments reliés entre eux par des ponts disulfure. Ces fragments semblent être le résultat de la digestion enzymatique partielle d'une autre PLA2. Le module de base de la taipoxine ($DL_{50}=0,04\mu/souris$) du venin de *Oxyuranus scutellatus scutellatus* est associé de manière non covalente à deux autres sous-unités ressemblant chacune à une PLA2. Enfin, la textilotoxine ($DL_{50}=0,02\mu/souris$) du venin de *Pseudonaja textilis* est formée de cinq sous-unités dont deux sont identiques entre elles et les trois autres, différentes, ressemblent pourtant à des PLA2. En règle générale, la présence des sous-unités associées au module de base a pour conséquence d'accroître considérablement l'activité toxique intrinsèque du module PLA2 le plus toxique. Par exemple, dans sa forme trimérique la taipoxine est 150 fois plus toxique que le module isolé le plus puissant.

Toutes les PLA2 présynaptiques provoquent le même effet ultime de blocage de la libération du neuromédiateur. Pourtant, il n'est pas certain que les processus moléculaires qui conduisent à cet effet soient strictement identiques d'une toxine à l'autre. S'il paraît clair que la β -bungarotoxine se fixe aux canaux potassium sensibles au voltage membranaire, les arguments dont on dispose suggèrent, mais ne démontrent pas, qu'il en est de même pour toutes les PLA2 présynaptiques. En tout état de cause, il est peu vraisemblable qu'il s'agisse du même canal potassium pour toutes les toxines.

Les autres actions toxiques des PLA2

Les PLA2 de venins de serpents peuvent exercer d'autres actions toxiques, différentes de celles décrites pour les PLA2 présynaptiques. Ainsi, nombre de PLA2 de venins de serpents se caractérisent par une activité myotoxique qui se traduit par des myoglobinuries. C'est le cas, en particulier, de certaines PLA2 de venin d'hydrophiidae tels que, par exemple, *Aipysurus laevis* et *Enhydrina schistosa*. Ces PLA2 provoquent un effondrement de l'architecture des fibres musculaires squelettiques.

Selon la toxine considérée et l'origine du tissu cible, l'action myotoxique est plus ou moins marquée. Les mécanismes myotoxiques sont mal compris. L'activité myotoxique est parfois exercée par des PLA2 ayant une activité toxique additionnelle. Par exemple, la notexine, possède à la fois des propriétés myotoxique et présynaptique. Ce sont des acides aminés différents qui sont responsables des deux effets toxiques. On ne comprend pas la raison pour laquelle certaines PLA2 possèdent deux activités toxiques distinctes. Des proies différentes seraient-elles visées ou bien cette situation refléterait-elle un état d'évolution intermédiaire pour la toxine ?

D'autres toxines possédant une unité PLA2 se caractérisant par des propriétés anticoagulantes, tout au moins *in vitro*. D'autres encore initient l'agrégation des plaquettes alors que d'autres l'inhibent. Enfin il existe de puissantes cytotoxines, autres que les myotoxines déjà citées et qui agissent sur diverses cellules nucléées. Ces PLA2 sont mal connues.

Si l'action enzymatique est insuffisante pour assurer une activité toxique, elle est souvent nécessaire. Ainsi, les PLA2 présynaptiques perdent leur pouvoir létal dès que la propriété enzymatique est détruite, par exemple à la suite de la modification sélective d'un résidu catalytique. En revanche, la nigexine du venin de cobra cracheur *Naja nigricollis* demeure cytotoxique alors que ses propriétés enzymatiques sont abolies.

Les PLA2 de venins de serpents peuvent exercer une multiplicité d'actions toxiques en faisant appel à des stratégies diverses. Le point commun à partir duquel toutes ces fonctions semblent avoir évolué réside dans le module PLA2 de base, qui utilise ou non son action enzymatique et qui s'associe ou non à d'autres partenaires protéiques. Le module PLA2 possède donc un formidable potentiel adaptatif à partir duquel les fonctions les plus diverses peuvent être générées. Cette diversité est probablement apparue à partir d'un ancêtre commun. Selon la classification actuelle, on distingue deux catégories de PLA2. La première regroupe les PLA2 pancréatiques de mammifères et les PLA2 des Hydrophiidae et Elapidae. La seconde catégorie comprend les PLA2 extracellulaires non pancréatiques et les PLA2 des Viperidae. Cette classification repose sur des différences de séquences en acides aminés. Par exemple, les PLA2 du groupe II ont une partie C-terminale plus longue que celle du groupe I. Des toxines appartenant à ces deux groupes évolutifs distincts exercent des fonctions toxiques présynaptiques similaires.

6.2 Les toxines adoptant une architecture à « trois doigts »

Les venins d'Epalidae et d'Hydrophiidae contiennent une variété de toxines aux fonctions différentes, dont le PM est voisin de 7 000 (60-74 acides aminés) et qui toutes sont dépourvues d'action enzymatique. Ces toxines adoptent un repliement global similaire appelé à « trois doigts ». Seul le repliement global est conservé pour toutes les toxines qui adoptent cette structure. En revanche, les détails de structures, par exemple, l'orientation des coudes par rapport au feuillet ou la concavité du plan du feuillet peuvent varier de manière substantielle d'une toxine à l'autre.

Plusieurs toxines adoptant une structure à « trois doigts » ont pour cible des protéines différentes qui fixent l'acétylcholine. Les toxines les mieux connues dans ce contexte sont appelées curarisantes car, comme le curare, elles se fixent au récepteur nicotinique de l'acétylcholine. Ce récepteur est localisé sur la face post synaptique de la jonction neuromusculaire où il joue un rôle essentiel dans la transmission du signal entre le nerf et le muscle. Lorsque l'acétylcholine, libérée par le nerf, se fixe sur le récepteur post synaptique celui-ci s'ouvre et laisse passer des ions K^+ et Na^+ de part et d'autre de la membrane, créant un potentiel d'action qui se propage le long de la fibre musculaire laquelle se contracte alors. Les toxines curarisantes de serpents empêchent l'acétylcholine d'agir. Les muscles squelettiques intoxiqués, dont le diaphragme, demeurent donc dans un état de paralysie flasque. La mort résulte d'un arrêt de la respiration, précédée de tous les signes typiques d'un état curarisé. Les doses létales (DL_{50}) des toxines curarisantes sont de l'ordre de 1-4 μ g/souris. Leur affinité pour le récepteur se caractérise par de faibles constantes de dissociation à l'équilibre, de l'ordre de 10^{-11} M. Les toxines curarisantes s'associent donc de manière stable au récepteur de l'acétylcholine. C'est cette propriété qui a permis, il y a une vingtaine d'années, d'isoler le récepteur de l'acétylcholine de son contexte membranaire, en utilisant comme élément de repérage une toxine radioactive. Les toxines curarisantes sont présentes dans les venins des serpents Elapidae et Hydrophiidae. Elles sont particulièrement abondantes dans certains venins de serpents marins, notamment du genre *Laticauda*, où elles peuvent représenter jusqu'à 70% des protéines totales. On connaît les espèces en acides aminés de près de 80 toxines curarisantes que l'on divise en deux catégories : « courtes » (60 à 62 acides aminés et quatre ponts disulfure) et « longues » (66 à 74 acides aminés et cinq ponts disulfure). Des travaux récents ont permis pour la première fois de sonder le rôle de près de la moitié des acides aminés d'une toxine courte, l'érabutoxine a du *Laticauda semifasciata*, dans l'exercice de sa fonction curarisante.

De nombreuses chaînes latérales sont nécessaires pour assurer l'intégralité de la fonction toxique. Elles établissent des contacts étroits avec le récepteur, assurant une haute stabilité de liaison entre la toxine et celui-ci. Si les éléments qui sont à la base de l'expression d'une action curarisante sont désormais identifiés, on est loin de comprendre les mécanismes intimes qui régissent les modalités de cette activité. Pour y parvenir, il faudra identifier les éléments du récepteur auxquels s'associent les éléments curarisants de la toxine, et connaître les architectures de la toxine et du récepteur lorsque ces deux partenaires sont associés l'un à l'autre. Alors, peut-être commencerons-nous à apercevoir les raisons pour lesquelles une toxine curarisante maintient le récepteur dans son état de repos, à l'encontre de l'acétylcholine qui provoque l'ouverture d'un pore et l'apparition d'un état dépolarisé. Enfin on notera que les toxines curarisantes ne reconnaissent pas les récepteurs cholinergiques de toutes les espèces animales. Ceux de la plupart des mammifères, des poissons, de nombreux reptiles, de batraciens et d'oiseaux sont bloqués par les toxines curarisantes. En revanche, ceux des serpents et de la mangouste sont insensibles à leurs effets. Des travaux en cours suggèrent que les récepteurs insensibles possèdent quelques mutations qui empêchent une toxine curarisante de se fixer sans pour autant, et c'est là un aspect remarquable, prévenir l'action bénéfique de l'acétylcholine.

Trois autres types de toxines reconnaissent des protéines qui lient l'acétylcholine mais qui sont différentes des récepteurs nicotiniques périphériques. Les toxines neuronales sont des composants minoritaires des venins de bungare (*Bungarus*) qui bloquent les récepteurs cholinergiques nicotiniques insensibles aux toxines curarisantes précédemment citées. On rencontre de tels récepteurs, par exemple, au niveau des ganglions ciliaires de poulets ou des ganglions cervicaux du rat. Les toxines muscariniques sont isolées à partir des venins de mambas (genre *Dendroaspis*). Elles agissent comme des agonistes des récepteurs à l'acétylcholine de type muscarinique, plus particulièrement au niveau des sous-types de récepteurs appelés M1. Les fasciculines sont également isolées des venins de mambas. Elles reconnaissent et inhibent l'acétylcholinestérase. Peu toxiques ($DL_{50}=160\mu\text{g/souris}$) leur pouvoir létal augmente de manière synergique lorsqu'elles sont injectées en présence de dendrotoxine, une toxine du même venin qui facilite la libération du neuromédiateur. L'architecture des fasciculines est superposable à celles des toxines curarisantes courtes.

Des toxines adoptant aussi une structure à « trois doigts » ont pour cibles des composants biologiques n'ayant aucune relation avec l'acétylcholine. C'est le cas des cardiotoxines des venins de cobras qui ont été ainsi appelées en raison de leur capacité à provoquer rapidement un arrêt cardiaque en systole. On ne comprend pas le mode d'action de ces toxines qui dépolarisent les membranes de nombreuses cellules excitables et qui sont de puissantes cytotoxines. En particulier on ne connaît pas leur cible première. S'agit-il seulement des phospholipides membranaires comme certains le supposent ou au contraire existe-t-il une protéine réceptrice ? On parle de canaux spécifiques du calcium comme cible possible des cardiotoxines mais aucune expérience n'appuie cette hypothèse. La structure des cardiotoxines est similaire à celles des toxines curarisantes courtes. Bien qu'on ne connaisse pas la cible moléculaire visée par ces toxines, quelques chaînes latérales qui sont responsables de l'action cytotoxique et létale de la cardiotoxine du cobra cracheur *Naja nigricollis* ont été identifiées. Le site « toxique » des cardiotoxines semble topographiquement différent de celui des toxines curarisantes. Enfin deux autres protéines adoptant probablement une structure à « trois doigts » ont été récemment découvertes dans le venin des mambas. Il s'agit de la calciseptine qui bloque spécifiquement les canaux calcium de type L et la mambine, une désintégrine qui, en se fixant au récepteur du fibrinogène GPIIb-IIIa, inhibe l'agrégation des plaquettes. Notons que la mambine possède la séquence en acides aminés Arg-Gly-Asp, trouvée chez la plupart des inhibiteurs de l'agrégation des plaquettes.

L'architecture à « trois doigts » constitue, comme le module PLA2, une remarquable matrice moléculaire à partir de laquelle des fonctions toxiques multiples ont été élaborées au cours du temps par le serpent

6.3 Les toxines adoptant d'autres conformations

Quelques toxines de venins de serpents n'appartiennent à aucune des deux catégories précédemment citées. Les sarafotoxines, découvertes dans les venins des serpents *Atractaspis* sont des peptides vasoconstricteurs. Hautement toxiques ($DL_{50}=0,2\mu\text{g/souris}$), les sarafotoxines ressemblent aux endothélines, des peptides produits en faible quantité qui contribuent à la régulation des processus de constriction des vaisseaux sanguins chez les vertébrés. Les séquences en acides aminés des sarafotoxines et des endothélines sont remarquablement similaires et leurs récepteurs sont identiques. Il paraît clair que les sarafotoxines et les endothélines sont issues d'un ancêtre commun.

L'architecture des dentrotoxines est superposable à celle des inhibiteurs de la trypsine. Elles se fixent spécifiquement sur les canaux potassium sensibles au voltage et localisés au niveau des terminaisons nerveuses. Elles facilitent la libération des neuromédiateurs. Les mécanismes moléculaires par lesquels les dentrotoxines produisent cet effet facilitant ne sont pas connus. Les dentrotoxines sont faiblement toxiques par voie périphérique ($DL_{50}=460\mu\text{g/souris}$). Mais lorsqu'elles sont injectées par voie intracérébrale, elles induisent des réactions de type épileptique et sont près de 10 000 fois plus toxiques ($DL_{50}=0,05\mu\text{g/souris}$). Elles se fixent avec sélectivité et haute affinité ($K_d=0,5\text{nM}$) aux canaux potassium sensibles au voltage de différents tissus du système central. Comme les fasciculines, avec lesquelles elles agissent en synergie, les dentrotoxines étaient isolées et caractérisées sur le plan biochimique avant que leur fonction biologique véritable ne soit découverte. Les dentrotoxines sont des outils remarquables pour étudier la pharmacologie des canaux potassium sensibles au voltage.

Les peptides myotoxiques trouvés dans les venins de crotales sont dépourvus d'activité enzymatique ; à l'encontre des PLA2 myotoxiques, ils induisent des dilatations du réticulum sarcoplasmique et de l'espace périnucléaire des cellules musculaires ; Il s'ensuit une nécrose tissulaire. La cible première de ces toxines semble être le canal sodium des muscles. Leur structure tridimensionnelle n'est pas connue.

Enfin, les désintégrines trouvées dans les venins de vipères et de crotales, Elles possèdent toutes la séquence consensus Arg-Gly-Asp et sont des inhibiteurs de l'agrégation des plaquettes dont elles reconnaissent une des protéines de surface, la glycoprotéine IIb-IIIa. Il n'y a aucune analogie architecturale décelable entre ces composés et la mambine dont la structure à « trois doigts » a précédemment été décrite. Ceci démontre la capacité d'évolution fonctionnelle convergente des toxines aux architectures différentes.

Les toxines dont il vient d'être question semblent sortir du cadre selon lequel une structure est associée à plusieurs fonctions toxiques. Mais il est probable que beaucoup de toxines restent encore à découvrir, comme en témoignent les nombreuses fractions de venins que l'on sait isoler par chromatographie et dont les fonctions demeurent inconnues. Il est tout à fait possible que certaines d'entre elles relèveront d'une des catégories précédemment citées. En d'autres termes, les architectures des dernières toxines examinées sont peut être tout simplement les chefs de file de nouveaux groupes structuraux sélectionnés par les serpents.

6.5 Conclusion

Les toxines se sont révélées être des outils uniques pour identifier et étudier divers types de récepteurs, de canaux ioniques ou d'enzymes. Par exemple, les toxines curarisantes ont joué un rôle décisif dans la découverte du récepteur à l'acétylcholine. Depuis, d'autres toxines ont été découvertes, telles que les fasciculines, les toxines neuronales, les toxines muscariniques, la mambine ou la calciceptine. Des fonctions aussi différentes sont « exercées » par des architectures polypeptidiques très semblables ; en fait, c'est un nombre limité de matrices architecturales, notamment les PLA2 et les protéines à « trois doigts », qui assurent la plupart des fonctions toxiques des venins de serpents. Les matrices retenues se caractérisent par une grande stabilité vis à vis des agents qui normalement sont dénaturants pour une protéine. Cette résistance, assurée notamment par une multitude de ponts disulfure, constitue un avantage évident pour la matrice elle-même et bien entendu pour le serpent qui l'exploite. Les propriétés moléculaires des toxines de serpents restent souvent mystérieuses. Il est probable que les toxines connues ne constituent qu'une fraction de l'ensemble des toxines existantes.

Dans une perspective comparative (63), un groupe international de chercheurs a observé les venins des sauriens et des serpents et a pu repérer neuf types de protéines partagés. Cette communauté de poisons rend à présent plausible l'hypothèse d'un ancêtre unique dont découleraient grands lézards et serpents venimeux. Un aïeul qui lui aussi devait être capable de fabriquer son venin il y a de cela... 200 millions d'années.

LES LEZARDS

LES LEZARDS

Différences entre lézards et serpents (22)

Contrairement à la croyance populaire, ce ne sont pas tous les lézards qui ont quatre pattes et les serpents ne sont pas des lézards sans pattes. Cependant, il est vrai que les serpents sont le résultat d'une évolution naturelle qui part bel et bien des lézards.

Les anguimorphes (groupe de lézards) seraient, pense-t-on à l'origine des serpents. Le serpent aurait perdu ses pattes avec le temps à cause de ses habitudes de fouisseur. Puisqu'il passait son temps dans le sol, ses pattes étaient devenues superflues et ont commencé à disparaître au fil des années. Des traces de cette évolution sont restées chez certains serpents qui possèdent des membres vestigiaux, c'est-à-dire qu'ils ont des vestiges de pattes postérieures, qui ressemblent à des petites griffes. Si les serpents n'ont pas de pattes, tous les lézards n'en ont pas quatre : certains en ont deux et certains n'en ont pas du tout (et ressemblent beaucoup à un serpent). Ainsi, l'orvet et l'ophisaure, lézards sans pattes, sont souvent pris pour des serpents. Les véritables distinctions se trouvent au niveau du crâne et des os, pas facile à distinguer lorsqu'on veut identifier une espèce. Quelques règles générales s'appliquent pour différencier un serpent d'un lézard sans pattes, mais elles ne concernent pas toutes les espèces. Contrairement aux serpents :

1. Les lézards ont des vestiges de pattes postérieures.
2. La plupart des lézards ont un tympan externe.
3. La plupart des lézards ont une longue queue.
4. La plupart des lézards ont les paupières mobiles.

Anatomie (14-37)

Le corps du lézard présente trois parties bien différenciées : la tête, le corps et la queue. Les lézards sont bien différents des mammifères sur plusieurs points, mais ils ont aussi des similitudes. Ils ont un oesophage, un estomac, des intestins, une trachée, des poumons, des reins, un foie, un pancréas, etc. Cependant, ils ont un coeur qui ne comporte que trois cavités au lieu de quatre et les organes reproducteurs du mâle (testicules et héli-pénis) sont à l'intérieur du corps. Il y a bien d'autres différences comme la peau, les organes des sens et les dents. L'anatomie interne du lézard ressemble beaucoup à celle du serpent. Cependant, les lézards ont deux poumons et une vessie.

La vessie sert à emmagasiner l'urine comme chez les mammifères, mais cette fonction sert surtout pour les espèces aquatiques ou semi aquatiques. Les espèces désertiques excrètent leur ammoniac sous forme d'acide urique comme les serpents pour ne pas perdre trop d'eau.

La queue des lézards peut être longue et fine ou, à l'inverse, courte et trapue. Avec plusieurs millions d'années d'évolution, le lézard descendrait de l'amphibien. Cela explique pourquoi les lézards ont souvent une si longue queue. Dans l'eau, à l'époque où il était encore amphibien, le lézard se servait de sa queue pour se propulser. C'est encore vrai pour une espèce : l'iguane marin des îles Galápagos qui vit principalement dans l'eau.

La peau et les écailles (22)

La peau des lézards, dont les replis forment des écailles, est sèche et cornée. Elle n'est pas gluante comme celle des amphibiens. Elle est soit froide, soit chaude suivant la température du milieu. Les lézards n'ont pas de glandes sous la peau, sauf les pores fémoraux du mâle. Les écailles sont variées d'une espèce à l'autre, ce qui aide à les classer. Elles peuvent être petites et granuleuses, ou former de grandes plaques ; elles sont seulement aboutées les unes aux autres ou elles se recouvrent mutuellement. Cette cuirasse d'écailles facilite l'absorption de l'énergie solaire. Les écailles ne peuvent tomber ou s'arracher, cependant, le lézard se départit de sa vieille peau lorsqu'il mue. Certains lézards ont la faculté de changer de couleur : les caméléons peuvent passer du vert vif au vert foncé ou du brun au noir, d'autres lézards peuvent également changer un peu de couleur selon leurs émotions. Certains lézards gravement malades noircissent avant la mort.

Mue (22)

La peau d'un lézard est constituée, comme chez les mammifères, d'un derme et d'un épiderme. Le lézard mue pour restaurer sa peau et pour grandir, généralement par plaque, contrairement aux serpents qui muent en un seul morceau. La mue commence souvent par le corps et finit par la tête ou la queue. Il ne faut jamais tirer sur les lambeaux de peau pour accélérer la mue, car cela peut entraîner des lésions.

Lorsqu'ils sont jeunes, les lézards muent plus souvent qu'à l'âge adulte. La fréquence varie vraiment selon l'âge. Tout petit, le lézard peut facilement muer une fois par mois. Cela ira de façon décroissante au fur et à mesure qu'il grandira. Cependant, la fréquence de la mue peut varier selon l'espèce, l'état nutritionnel, la température et l'humidité.

Mauvaise mue

Les mauvaises mues sont rares chez les lézards, contrairement aux serpents. La mue peut être longue et difficile si l'humidité n'est pas adéquate à l'espèce. Pour remédier au problème en captivité, il est possible de placer le lézard dans l'eau tiède. À l'avenir, il sera important d'augmenter le format du plat d'eau, ou d'augmenter le nombre de vaporisations d'eau par jour ; cela augmentera le taux d'humidité à l'intérieur du terrarium. Ce taux est spécifique et varie selon les espèces.

Comportement et défense (14-22)

La majorité des espèces est diurne ! Seuls les geckos et les hélodermes ne sont actifs que la nuit. Le régime alimentaire des lézards est très variable selon les espèces : il peut être herbivore, omnivore, insectivore, ou encore carnivore. Les plus petites espèces, comme les geckos, mangent préférentiellement des insectes, tandis que les plus grosses sont plutôt carnivores (varans).

Il n'existe que deux espèces de lézard venimeux, les hélodermes américains, qui ne possèdent toutefois pas de dents spécialisées dans l'inoculation du venin. Celui-ci n'est utilisé qu'en cas de défense. D'autres espèces utilisent différentes techniques. Par exemple, lorsqu'il est acculé, le phrynosome envoie une giclée de sang sur son adversaire pour l'aveugler. Le chuckwalla, lui, s'enfonce dans une crevasse et se gonfle d'air. Il devient alors impossible de l'en extraire. Les lézards qui ne possèdent pas de défense particulière sont très rapides et agiles, et disparaissent rapidement sous la végétation ou les rochers.

Certaines espèces peuvent volontairement se couper la queue (c'est l'autotomie) : celle-ci continue alors à s'agiter quelques instants, ce qui détourne l'attention du prédateur, laissant au lézard le temps de s'enfuir. La perte de sang est très minime : la queue se sectionne à l'intérieur d'une vertèbre, plus faible, développée avant la naissance. La queue peut repousser, mais elle ne sera jamais aussi belle qu'avant. De plus, la perte de la queue est néfaste, car la majorité des lézards ont des réserves de graisse dans la queue. Cette perte peut empêcher le lézard de se reproduire, amener des troubles de locomotion et des troubles de communication entre lézards ; en hiver, l'autotomie peut même entraîner la mort.

La majorité des lézards ont cette faculté de perdre leur queue. Au moins quelques espèces de toutes les familles le peuvent (certains plus facilement que d'autres) sauf les Agamidés, les Caméléonidés, les Hélo Dermatidés, les Lanthanotidés, les Xénosauridés, les Varanidés.

Mâchoires et dents (pleurodontes ou acrodontes) (22)

La langue des lézards est longue, fine et bifide, c'est-à-dire fourchue à son extrémité.

Les lézards ne peuvent pas, comme les serpents, avaler des proies énormes. En effet, les os de leurs mâchoires sont réunis par une articulation, ce qui limite les possibilités d'ouverture.

Les dents des lézards sont nombreuses et non enracinées : ils remplacent constamment leurs dents. L'identification et la classification des lézards se font souvent par rapport aux dents. Les dents des Agamidés (lézards de l'ancien monde) sont acrodontes, ce qui signifie que les dents sont situées sur le rebord des mâchoires, tandis que les Iguanidés (lézards du nouveau monde) sont pleurodontes, ce qui signifie que les dents sont placées sur la surface interne des os de la mâchoire.

La majorité des lézards n'ont pas de dents sur le palais, mais beaucoup d'entre eux en possèdent sur les ptérygoïdes (Iguanidés, quelques Lacertidés et Anguidés). Les dents des lézards sont morphologiquement plus variables que celles des autres reptiles. La majorité des Scincidés, et certaines espèces de geckos et de Lacertidés ont des dents cylindriques, assez émoussées, qui ne dépassent pas beaucoup les gencives.

On trouve de fortes dents pointues et recourbées (fig.), comme chez beaucoup de varans, chez les hélodermes et le lanthanotus, rappelant celles des serpents.

Pour les varans africains, comme le varan du Nil et du désert, les jeunes ont des dents pointues comme celles des autres Varanidés, mais avec l'âge elles s'arrondissent et s'émoussent, à l'exception de celles du devant de la mâchoire. Les iguanes possèdent sur le long de leurs bords antérieurs une dentition en dents de scie. Les dents de ce type caractérisent surtout les espèces herbivores.

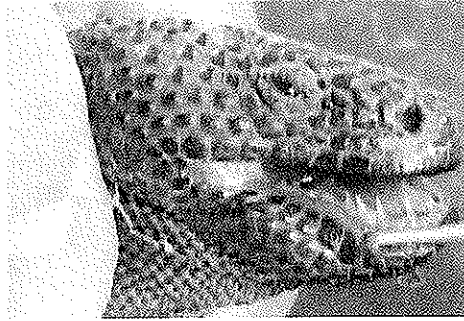


Figure 79 Les crochets à venin dans la mâchoire inférieure

ORGANES DES SENS

Vue (14-22)

Les lézards ont la faculté de percevoir de la lumière même les yeux fermés, grâce à la présence d'écailles transparentes sur la paupière inférieure. Les yeux possèdent des paupières mobiles. Ceux des caméléons présentent la particularité de pouvoir bouger indépendamment l'un de l'autre. Les lézards ont une excellente vision et peuvent même distinguer les couleurs. Cependant, certains lézards fouisseurs sont aveugles ou presque. Plusieurs lézards ont un oeil pariétal (souvent appelé troisième oeil) ; son rôle exact est encore controversé. Il aurait peut-être un rapport avec des hormones ou avec la thermorégulation.

Odorat (22)

Les lézards ont des narines, mais elles ne servent qu'à respirer. C'est la langue du lézard qui amène les odeurs jusqu'à l'organe de Jacobson où les informations sont acheminées jusqu'au cerveau pour y être ensuite analysées; c'est pourquoi les lézards « goûtent » constamment leur environnement pour déceler leurs proies et reconnaître leurs partenaires.

Ouïe (22)

Contrairement aux serpents, les lézards entendent. Ils n'ont pas de pavillons externes, mais une membrane tympanique qui protège le tympan car il est directement en contact avec le milieu extérieur, et bien visible en arrière de la mâchoire. Cependant, ce n'est pas un sens très aiguïté chez le lézard qui est la plupart du temps muet et ne communique donc pas de cette façon, à part les geckos.

L'APPAREIL RESPIRATOIRE ET LE CŒUR :

Le type le plus primitif de structure de poumon se rencontre chez beaucoup de lézards. L'organe présente la forme d'un sac, avec une grande cavité centrale où débouchent les bronches. Chez les varans, dont la vie active réclame une capacité respiratoire accrue, les poumons sont devenus plus complexes, leurs parois sont garnies de poches pulmonaires qui permettent par exemple aux caméléons de gonfler leur corps pour intimider leurs adversaires. Le cœur est composé de 3 cavités, un petit sinus veineux, une oreillette droite et une oreillette gauche, qui sont séparées par une cloison, et un seul ventricule, qui n'est qu'en partie divisé.

THERMOREGULATION, RESISTANCE A LA FAIM ET HYDRATATION (22)

Les lézards ont le sang à la température ambiante (s'il fait chaud, leur sang est chaud; s'il fait froid, leur sang est froid). Ils ne peuvent contrôler leur température corporelle comme les mammifères et doivent donc la réguler en se plaçant au soleil ou en allant se cacher à l'ombre.

Les lézards peuvent survivre assez longtemps sans manger. En fait, la plupart des reptiles hibernent lorsque les conditions sont trop froides. Ils vont donc diminuer leur métabolisme de base et n'auront pas besoin de manger pour survivre. De plus, les lézards font souvent des réserves de graisse dans leur queue pour résister aux temps plus durs à venir. C'est pourquoi un lézard refusera rarement de la nourriture (s'il n'est pas malade bien sûr), car il fait des réserves. Les lézards désertiques n'excrètent pas leurs déchets (ammoniaque) en urine comme les mammifères, car cela prend beaucoup d'eau et ils ne peuvent se permettre une telle perte. Les lézards excrètent plutôt leur ammoniaque sous forme d'acide urique, qui est un composé blanc et sec qui ne nécessite presque pas d'eau. Les espèces tropicales peuvent produire de l'urine (entreposée dans une vessie) puisqu'elles n'ont pas à se soucier d'une perte importante d'eau, car l'eau est abondante dans ces régions.

PORES FEMORAUX, ORGANES SEXUELS ET SEXAGE (22)

Comme les lézards n'ont pas d'organes génitaux externes, les pores fémoraux sont un moyen chez certaines espèces de déterminer le sexe. Ils sont plus évidents chez le mâle qui a atteint sa maturité sexuelle, mais ils commencent à être visibles un peu avant. Les pores fémoraux produisent une substance blanche qui sert à marquer le territoire du mâle (Il existe d'autres moyens de les différencier : couleurs chez certaines espèces, présence de crêtes ou grosseur du lézard).

Les lézards mâles ont deux pénis (hémi-pénis), mais ils ne se servent que d'un à la fois. Avec de l'expérience, il est possible de sentir les hémi-pénis par palpation ou de les extérioriser. Ils ont aussi des testicules, mais ces derniers restent toujours à l'intérieur du corps (fig.80).

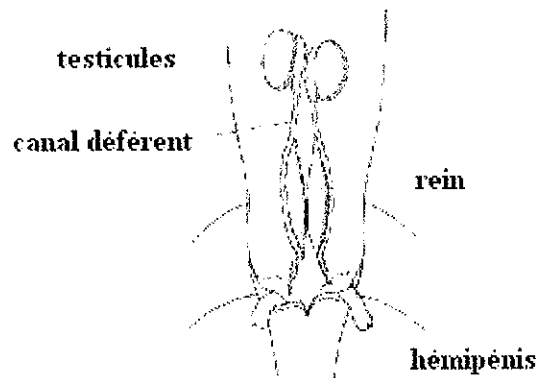


Figure 80 L'appareil uro-génital d'un lézard mâle: seul un des hémipénis sera utilisé lors de l'accouplement. (25)

REPRODUCTION (14)

Il existe souvent un dimorphisme sexuel, c'est-à-dire que les mâles et les femelles ont un aspect différent. Ainsi, les mâles peuvent arborer des couleurs vives et être pourvus de cornes. La fécondation est interne, et la majorité des lézards est ovipare, c'est-à-dire qu'ils pondent des œufs. Cependant, certains sont ovovivipares (les œufs éclosent à l'intérieur du corps de la femelle) ou encore vivipares (les jeunes naissent développés). En général, les femelles qui pondent des œufs les abandonnent : elles les enterrent ou les déposent sous une pierre. Comme la plupart des reptiles, les lézards ne manifestent pas de comportement parental prononcé. Les jeunes naissent identiques à leurs parents, mais plus petits. Il existe des cas de parthénogenèse chez certaines espèces, c'est-à-dire que des œufs peuvent se développer sans qu'il y ait eu fécondation : des lézards unisexués ont été trouvés à plusieurs reprises. Des populations entières de geckos et de Téliidés formées exclusivement de femelles donnent naissance à des progénitures viables à partir d'œufs non fécondés par un mâle.

En captivité, l'accouplement se fait plus tôt que dans la nature. Il en est de même pour la ponte des œufs des *Heloderma suspectum* : elle est plus précoce que dans l'environnement naturel.

Les bêtes creusent à plusieurs endroits différents, pour trouver l'emplacement idéal où pondre leurs oeufs. Elles recouvrent alors ce trou de terre et les femelles passent des journées entières allongées sur ce monticule, non sans interruption, mais régulièrement. A partir de ce moment, les femelles défendent ce monticule contre toute agression mâle et plus particulièrement contre les *H. suspectum* femelles. En captivité, on peut observer ce phénomène si le terrarium est assez grand. Dans la nature, la durée du développement est encore incertaine.

NAISSANCE (35)

Vers la fin, des oeufs s'affaissent sur eux-mêmes et il faut de la patience pour observer toute l'éclosion. L'éclosion est facilitée par le « diamant » situé sur le nez. Cela peut durer des jours. Le petit Hélioderme se glisse lentement et avec effort hors de la coquille et il lui faut quelques jours pour éclore complètement. Seule leur tête sort de l'oeuf mais les nouveau-nés reptiles ouvrent leur petite gueule, soufflent et menacent quand ils sont dérangés. Les petits en train d'éclore ou juste éclos restent des heures immobiles. Seule leur respiration montre qu'ils vivent. Une fois éclos, les jeunes sont bien robustes, se nourrissent volontiers, grandissent rapidement et atteignent l'âge de la puberté dans la troisième année. Dans la nature, les jeunes ont beaucoup d'ennemis : oiseaux, serpents, lézards, mammifères...

Dans leur milieu naturel, il y a vraisemblablement plus d'individus que supposé, puisque leur mode de vie caché, essentiellement nocturne, les rend quasiment invisibles. Il est toujours regrettable de trouver des animaux écrasés sur la route. Par contre cela indique des endroits où l'on n'aurait pas supposé rencontrer des Heloderma.

Dans la nature on peut attirer les Héliodermes hors de leur repaire avec du jaune d'oeuf. Il faut chercher une caverne environnée de traces qui montrent qu'elle est habitée, projeter avec une grosse seringue un mélange d'eau et de jaune d'oeuf dans le trou et tracer avec ce mélange une piste que l'on peut surveiller. Peu après, si la caverne est habitée, son occupant sort et suit la trace d'oeuf à coup de langue. Surtout au printemps. C'est alors qu'on peut les photographier ou les filmer à condition de rester calme et de ne pas faire de mouvements brusques.

EFFET TOXIQUE

Tandis que les glandes à venin des serpents se trouvent sur la mâchoire supérieure, chez les Héloïdermes elles se trouvent dans la mâchoire inférieure.

L'appareil venimeux résulte de modifications du dispositif céphalique glandulaire, dentaire et musculaire. Les glandes venimeuses sont multilobées, paires et situées contre les rebords postérieurs de la mâchoire inférieure ; chaque lobe dispose d'un canal évacuateur. La sécrétion des glandes est riche en glycoprotéines et protides sulfhydrilés. Les canaux qui arrivent de la glande à venin se déversent à la base d'une dent de 5mm de long, rayée de fins sillons et inclinée vers l'arrière. Par une contraction des muscles le venin est pressé hors des glandes dans ces canaux et par capillarité le long des sillons de la dent jusque dans la blessure. Lors de la morsure le reptile étreint longuement sa proie ou son ennemi. Ainsi une grande quantité de venin est injectée. Au contraire de ce qui se passe avec les serpents, le venin est injecté à chaque morsure. Les morsures sont fréquentes pour les personnes qui attrapent les animaux ou qui s'occupent d'eux quand ils sont en captivité. Les reptiles dans la nature se meuvent très lentement. Mais ils peuvent, quand on les dérange, réagir étonnamment vite en soufflant et en mordant, et ils ne lâchent plus prise. Il faut essayer de détacher la mâchoire inférieure de la morsure. Même les animaux habitués à la captivité peuvent réagir agressivement.

Chez de petits mammifères, quelques gouttes de venin entraînent une douleur locale puis des besoins (miction, défécation), des malaises (vomissements, troubles respiratoires, défaillance cardiaque), dans les minutes qui suivent ; la mort survient par arrêt cardiaque et blocage respiratoire.



Figure 81 Les dents venimeuses des Héloïdermes sont implantées dans la mâchoire inférieure.

Elles sont reliées aux glandes qui sécrètent le poison

Les douleurs sont aussi intenses que celles d'une brûlure. Souvent un oedème se forme autour de la morsure. Mais cela ne provoque pas de syndrome compartimental, comme avec les morsures de serpents. Souvent une morsure est suivie d'un état de choc : chute de la tension artérielle, sueurs, pâleur, nausées et vomissements ; on a même noté des pertes de conscience mais pas de suites graves, de troubles de santé ou de nécroses comme cela se passe avec les morsures de serpents. La coagulation du sang reste normale et il n'y a pas de changements dans les valeurs d'analyse du sang. Depuis la Seconde Guerre Mondiale on ne connaît pas de cas de décès par morsure d'Héloderme.

Dans le poison de l'Héloderme, appelé "Gilatoxin" et "Helodermin", il semblerait que l'effet douloureux soit la stratégie de défense la plus efficace. Comme dans le venin des serpents, le poison de l'Héloderme est composé d'un mélange de protéines biologiques très efficaces. La composition de ces deux poisons est très similaire mais il manque la neurotoxine. La toxicité du poison des Heloderma est importante chez les rats et les souris. La dose DL₅₀ d'une injection sous cutanée se situe entre 0,8 et 1,4 mg/kg de poids de souris. Le poison contient une enzyme extrêmement active, la hyaluronidase qui, par définition dépolymérise la composition des cellules. Cela facilite la progression du poison dans les tissus. Les violentes douleurs ainsi que la chute de tension résultent du kininogène, qui libère le peptide bradykinine.

Il n'existe pas d'antisérum spécifique et le venin de l'Héloderme ne montre pas de réaction aux antisérums contre les venins de serpents. C'est pourquoi on ne peut que soigner les symptômes. D'abord il faut éloigner l'animal de la morsure, le cas échéant par la force et appeler immédiatement un médecin. Vérifier qu'il ne reste pas de dent brisée dans la blessure. En cas de choc par chute de tension, injecter de l'adrénaline ou de la noradrénaline et mettre le patient plusieurs jours en observation. Essayer des analgésiques contre les douleurs, mais ils n'agissent pas tous. Vérifier les vaccinations antitétaniques.

HABITAT (14)

Les lézards habitent essentiellement les régions tropicales et subtropicales, mais certains vivent dans les régions tempérées. Comme ils ne migrent pas, ces derniers passent l'hiver dans un état de torpeur : ils hibernent. Les lézards occupent tous les milieux. La majorité est terrestre, mais certains sont arboricoles, comme les caméléons, et d'autres sont amphibiens, comme certains iguanes. D'autres enfin peuvent courir dressés sur les pattes arrière (lézard à collerette et basilic).

ESPECES D'INTERET MEDICAL

Classification (14)

Règne : Animaux

Embranchement : Cordés

Classe : Reptiles

Ordre : Squamates

Sous-ordre : Sauriens

Famille : Helodermatidae

Genre : *Heloderma*

Le genre *Heloderma* comprend deux espèces de lézards venimeux : l'héloderme à queue courte, ou monstre de Gila (*Heloderma suspectum*), et l'héloderme à queue longue (*Heloderma horridum*), ou lézard perlé.

Caractéristiques

Les corps sont massifs et grossiers, la tête large et plate, les yeux et les oreilles sont petits, la langue est fourchue. Ils ont un tronc cylindrique avec des membres courts et très forts armés de griffes coupantes. La queue est grosse et ronde avec des écailles rugueuses, granuleuses en forme de verrues ou de perles. Les glandes à venin sont logées dans la mâchoire inférieure. En cas d'alarme, *H. suspectum* devient noir avec des tâches ou des rayures roses ou jaunes ; *H. horridum* devient seulement noir, avec plus ou moins de bandes jaunes selon la sous-espèce.

Mode de Vie

Ils vivent sur le sol dans les déserts et dans les régions rocheuses avec des buissons (*H. suspectum*), ou dans les arbres (*H. horridum*), dans les forêts sèches tropicales où poussent de grands arbres touffus et isolés comme dans l'Ouest du Mexique et dans la Vallée du Motagua au Guatemala. Pendant la saison la plus fraîche, par beau temps, ils vivent dans la journée, surtout au printemps ; en été ils vivent la nuit. Ces animaux peuvent stocker avec 4 à 5 repas la réserve d'énergie pour une année entière, la queue leur servant de réserve. Ils pondent 8 à 12 oeufs (reproduction ovipare) qu'ils déposent dans des grottes qu'ils creusent eux-mêmes. Dans leur environnement naturel, les jeunes *H. suspectum* éclosent seulement au printemps suivant, et le *H. horridum* éclot au commencement de l'année suivante. En captivité, la couvaison dure plus de 150 jours pour l'*H. suspectum* et de 130 à 150 jours pour l'*Heloderma horridum*.

Le monstre de Gila (*H. suspectum*) (1)

Le nom de *Monstre de Gila* est une référence à la rivière Gila et au désert de Gila en Arizona. Il vit dans les zones désertiques et arides du sud-ouest des États-Unis et au nord-ouest du Mexique. La couleur de sa peau peut être noire, rose, orange ou jaune. Il a un corps massif et trapu de 45 à 60 cm de long au maximum et a une silhouette qui semble plutôt lourde avec sa queue grasse qui semble enflée, ronde, courte et tronquée qui lui sert de réserve. *Heloderma suspectum* signifie « le spectre ».

Il est très rare de le rencontrer le jour car il craint le soleil. Sa peau est trop perméable pour retenir une transpiration importante. De ce fait, une exposition de plus de 13 minutes au soleil peut entraîner la mort.

Il n'y a qu'au printemps qu'on peut espérer le voir. En quelques semaines, ce carnivore doit reconstituer des réserves stockées sous forme de graisse dans sa queue pour le reste de l'année. Il profite donc du printemps pour accumuler des réserves nutritives en prévision des pénuries de l'été, car, il passe tout l'été sans manger, ni boire. Il détecte ses proies grâce à sa langue comme la plupart des lézards mais également à son odorat très développé. Après 3 mois de diète, il ne se montre pas difficile sur les proies : petits rongeurs, œufs, oisillons, reptilesLe monstre de Gila est diurne et terrestre ; il peut cependant grimper aux arbres.

Il est solitaire et serait docile si on l'élevait jeune. La vie en captivité est possible, mais pas conseillée.

Genre *Heloderma* (4) (Fig. 82 et 83)

Heloderma suspectum, monstre de Gila

Il existe deux sous-espèces :

-*Heloderma suspectum cinctum* Bogert & Marten Del Campo, 1956 (*banded Gila monster* en anglais)

-*Heloderma suspectum suspectum* Cope, 1869 (*reticulate Gila monster* en anglais)

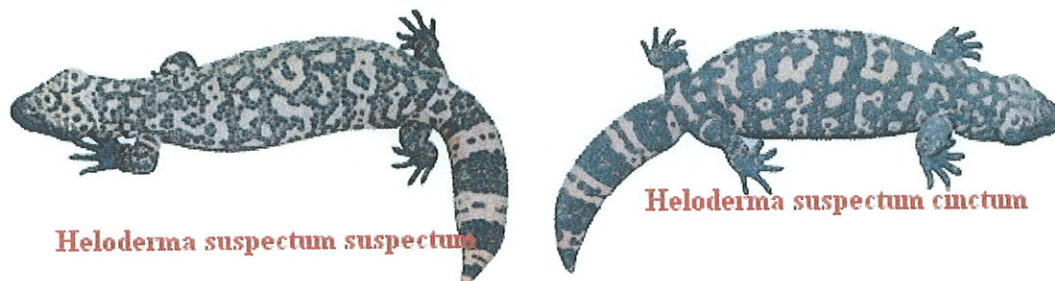


Figure 82 et 83 Les deux sous-espèces de *Heloderma suspectum*

De mi-avril à mi-mai on peut observer les mâles qui s'éloignent de leur caverne à la recherche de partenaire, et on peut observer des animaux des deux sexes à la chasse de juin en août (fig.84 et 85). La femelle pond 3 à 5 œufs un mois après qu'elle enterre dans le sable. Ils donnent naissance à des petits de 10 cm qui sont plus clairs que les adultes. Malgré les conditions de vie difficiles, un monstre de Gila peut vivre jusqu'à 20 ans.

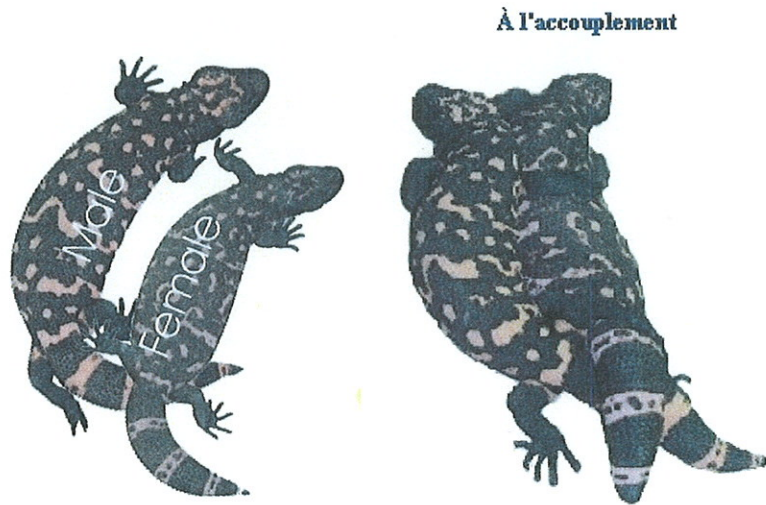


Figure 84 et 85 Hélodermes des deux sexes et à l'accouplement

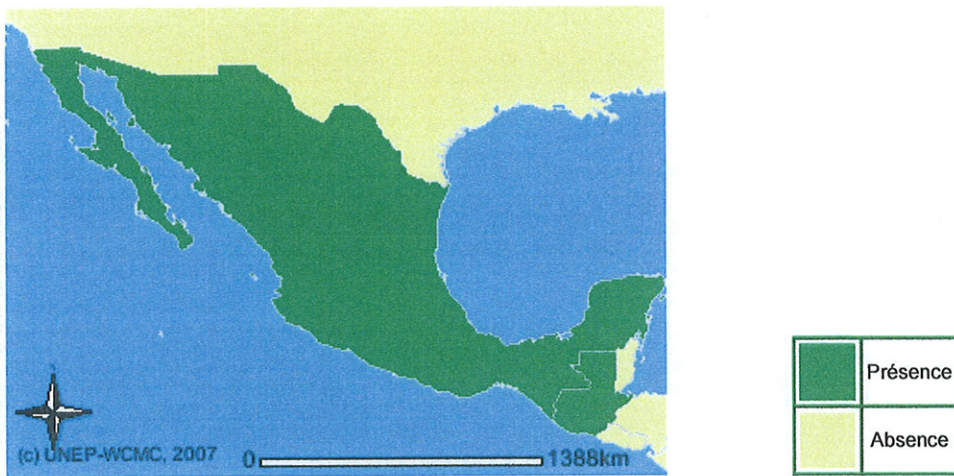


Figure 86 Répartition des *H. suspectum* (43)

Venin

Le Monstre de Gila est très venimeux et peut constituer un danger pour l'homme. 1/10^{ème} de centimètre cube de son venin peut tuer un chien de 12 Kg. Ses glandes en contiennent dix fois plus. Cette espèce est cependant moins venimeuse que son cousin le lézard perlé. Il produit seulement de petites quantités de venin neurotoxique.

La morsure du monstre de Gila n'est normalement pas mortelle pour l'homme, mais il est difficile de lui faire lâcher prise quand il a mordu, ces dents étant légèrement recourbées vers l'arrière. Son venin n'est pas utilisé pour chasser mais pour se défendre. Il a d'ailleurs peu d'ennemis en dehors des rapaces, des coyotes et de l'homme. Les hélodermes sont immunisés contre leur venin, donc des combats entre mâles territoriaux ne peuvent être mortels à cause du venin.

La morsure du Monstre de Gila est très douloureuse, elle provoque des vomissements, un état de choc, avec chute de tension et évanouissement mais si sa morsure peut être mortelle pour l'homme, on ne peut pas dire qu'il le fasse exprès : il se déplace très lentement et on le voit arriver de loin.

Les hommes nuisent beaucoup à cette espèce, car son venin les effraie. C'est pour cette raison qu'il fait partie de l'annexe 2 de CITES*. Le monstre de Gila est une espèce protégée par la loi de l'état de l'Arizona : il ne peut être tué, capturé, maintenu en captivité sans un permis.



Figure 87 H. suspectum Une langue bifide comme les serpents.

En 2005, la Food and Drug Administration aux USA approuva un médicament contre le diabète, Byetta® (exenatide), une version synthétisée d'une protéine dérivée de la salive du monstre de Gila.

Le Lézard Perlé (*H. horridum*) (1-14-31)

Cet autre lézard venimeux est également appelé héloderme mexicain, horrible ou granuleux. Le lézard perlé vit dans des terriers dans l'ouest du Mexique, au Guatemala et sur la côte pacifique des Etats-Unis. De mœurs nocturnes, il se nourrit, entre autres, d'œufs d'oiseaux et de petits reptiles. Il peut mesurer plus de 100 cm de longueur. Il a une morphologie identique à celle du monstre de Gila mais avec une couleur de peau différente. Il est beaucoup plus noir et ses taches sont blanches. Il est un peu plus imposant et surtout plus venimeux. C'est à la tête et au cou que l'on peut distinguer les genres. Chez les animaux pubères ce n'est pas aussi difficile que chez les petits.

Le lézard perlé inocule à ses ennemis du venin par l'intermédiaire d'une série de fins canaux situés à la base des dents. Ce reptile fait l'objet de paris dangereux au Mexique. Le jeu consiste à mettre sa main dans sa gueule et à la retirer avant d'être mordu. Résultat de ce jeu stupide : 12 morts et 34 blessés graves par an en moyenne. Son venin est similaire à celui de certains serpents, tels que le crotale.



Figure 88 Lézard perlé (4)

Cette espèce comprend les sous-espèces suivantes (fig.89, 90, 91, 92) :

Heloderma horridum horridum Wiegmann, 1829

Heloderma horridum alvarezii Bogert & Marten del Campo, 1956

Heloderma horridum exasperatum Bogert & Marten Del Campo, 1956

Heloderma horridum charlesbogerti (Campbell & Vannini, 1988



Figure 89, 90, 91, 92 Les différentes sous-espèces de *H. horridum*

Heloderma horridum horridum, *H. horridum alvarezii* et *H. horridum exasperatum* vivent dans les forêts (sèches) de l'Ouest du Mexique. On les trouve souvent aussi dans les régions caillouteuses, boisées ou broussailleuses près de cours d'eau asséchés.

Dans les sols pierreux ils creusent des cavernes sous de grosses pierres ou sous les racines des arbres et des broussailles. Dans les régions boisées ou broussailleuses ils grimpent et se cachent dans la ramure épaisse. On ne les y découvre que quand ils soufflent comme des fauves quand on s'en approche trop. C'est surtout pendant la saison des pluies que l'on peut trouver les *H. horridum horridum* dans les branchages au-dessus du sol. Ils grimpent souvent le long de l'écorce rugueuse des arbres curieusement décharnés jusque dans les branches. On voit les animaux de loin sur les troncs.

Heloderma horridum charlesbogerti ne vit que dans les forêts tropicales du Guatemala. C'est la sous-espèce la moins connue. Il n'existe de par le monde que quelques animaux vivant en captivité. Ses moeurs doivent être semblables à celles des autres sous-espèces d'*H. horridum*. (fig.93)

Heloderma horridum horridum peut mesurer plus de 90 cm de long avec une longue queue ronde qui fait paraître l'animal mince et élancé. Les deux sous-espèces ont une tête large et plate avec un tronc épais traînant sur le sol et des pattes courtes et vigoureuses. Les yeux sont petits et les orifices auriculaires étroits. La peau se compose de petites écailles en demi cercle très serrées. Sur la peau, de grandes taches irrégulières se croisent plus ou moins distinctement. Ces tâches sont, suivant la sous-espèce, noires ou brunes, les autres jaunes clairs/rouges. Sur la queue il y a de 4 à 7 raies transversales. *H. horridum alverezi* est presque complètement sombre, tandis que chez les autres les taches claires prédominent.

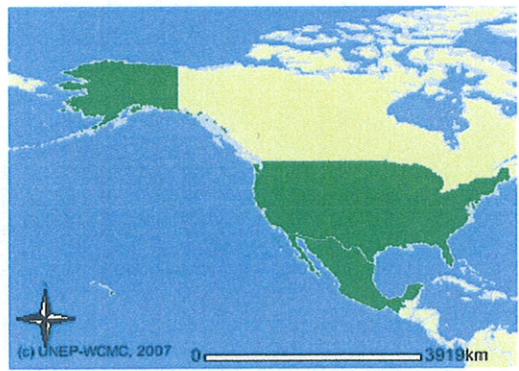


Figure 93 Répartition des *H. horridum* (43)

	Présence
	Absence



Figure 94 *H. horridum exasperatum* mâle

Chez ce *H. horridum exasperatum* mâle (fig.94), on voit la langue fourchue. Grâce à elle et à l'organe de Jacobson, il recueille les odeurs et peut trouver le chemin jusqu'à sa nourriture.

Un avenir plutôt sombre pour les hélodermes

La destruction massive de la forêt tropicale mexicaine aboutira rapidement à la disparition de son cousin mexicain. En 1950, il restait 50% de la forêt. Aujourd'hui, il en reste à peine 5 %. Chaque fois qu'un héloderme meurt asphyxié suite aux feux allumés volontairement, c'est aussi notre préhistoire qui part en cendres.

On peut parler d'extinction programmée des hélodermes. Eux qui ont survécu à toutes les colères de la Terre ne pourront pas survivre à la destruction de leur habitat. Sur les deux espèces, seul le Monstre de Gila a une chance de continuer à prospérer : les déserts n'attirent pas la convoitise de l'homme.

RISQUES LIES AUX ENVENIMATIONS

Normes internationales. (16-30-65)

L'appellation complète de la Classification internationale des maladies est « Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes » (en anglais : *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*). La désignation usuelle abrégée de « Classification internationale des maladies » est à l'origine du sigle couramment utilisé pour la désigner : « la CIM » (en anglais : *ICD*). La CIM permet le codage des maladies, des traumatismes et de l'ensemble des motifs de recours aux services de santé (tab.11). Elle est publiée par l'OMS et est utilisée à travers le monde pour enregistrer les causes de morbidité et de mortalité, à des fins diverses parmi lesquelles le financement et l'organisation des services de santé qui ont pris ces dernières années une part croissante. Elle a été conçue pour « permettre l'analyse systématique, l'interprétation et la comparaison des données de mortalité et de morbidité recueillies dans différents pays ou régions à des époques différentes » : -Causes externes de morbidité et de mortalité (V01-Y98) -Autres causes externes de lésion traumatique accidentelle (W00-X59)

X20 Contact avec des serpents et des lézards venimeux

cobra
crotale
fer-de-lance
héloderme
serpent (à): marin
serpent (à): sonnettes
serpent (à): venimeux
vipère

A l'exclusion de
lézards non venimeux (W59) et serpents non venimeux (W59)

- X20.0 *Contact avec des serpents et des lézards venimeux, au domicile*
- X20.1 *Contact avec des serpents et des lézards venimeux, dans un établissement collectif*
- X20.2 *Contact avec des serpents et des lézards venimeux, dans une école, autre institution et lieu d'administration publique*
- X20.3 *Contact avec des serpents et des lézards venimeux, dans un lieu de sport et d'athlétisme*
- X20.4 *Contact avec des serpents et des lézards venimeux, dans la rue ou sur la route*
- X20.5 *Contact avec des serpents et des lézards venimeux, dans une zone de commerce et de services*
- X20.6 *Contact avec des serpents et des lézards venimeux, dans un local industriel et chantier de construction*
- X20.7 *Contact avec des serpents et des lézards venimeux, dans une exploitation agricole*
- X20.8 *Contact avec des serpents et des lézards venimeux, dans d'autres lieux précisés*
- X20.9 *Contact avec des serpents et des lézards venimeux, dans un lieu*
- W59 Morsure ou écrasement par d'autres reptiles

Tableau 11 Contact avec des animaux venimeux (X20)

Dans les zones chaudes et tempérées, les morsures de serpent peuvent constituer un risque non négligeable pour certaines catégories de travailleurs : agriculteurs, bûcherons, ouvriers de chantiers de construction et des travaux publics, pêcheurs, ramasseurs de champignons, charmeurs de serpents, gardiens de zoo et laborantins occupés à la préparation de sérums antivenimeux. Les espèces dangereuses se rencontrent à la fois parmi les serpents terrestres (*Colubridae* et *Viperidae*) et les serpents aquatiques (*Hydrophiidae*).

Les envenimations par les animaux terrestres (7) sont des «endémies» largement mésestimées en raison de l'absence de données épidémiologiques indiscutables (accidents en régions reculées et en pays pauvres). C'est un problème de Santé Publique dans certaines régions du monde (envenimations ophidiennes : Extrême-Orient, Amérique latine et Afrique subsaharienne.)

CONDUITE À TENIR APRES ENVENIMATION PAR DES REPTILES VENIMEUX

On peut extraire du venin à un serpent, mais celui-ci disposera toujours de venin. Le seul moyen de rendre inoffensif un serpent venimeux est de lui arracher ses crochets venimeux comme le font la majorité des charmeurs de serpents en Afrique ou en Inde. Il suffit de faire mordre l'animal dans un chiffon et d'arracher brusquement celui-ci de la gueule de l'animal. D'autres méthodes encore plus barbares, mâchoires ligaturées par exemple, sont utilisées dans ces contrées et c'est à chaque fois la promesse d'une mort certaine pour le serpent.

Pour maîtriser sa proie (13-70), un serpent venimeux utilise du poison. Estimant la taille de la victime, il lui injecte exactement la quantité de venin nécessaire pour la tuer. Le comportement pré-attaque de ces serpents est typiques : ils replient leur cou pour former un S et c'est le déroulement de ces deux boucles qui amène la tête du serpent au contact de sa victime tandis que les couleuvres (inoffensives) poursuivent leur victime en la saisissant en mouvement. Alors que les couleuvres enserrent leurs proies, les vipéridés reprennent tranquillement leur position et attendent que le venin ait agi.

Un élément important pour orienter les soins après une morsure est d'identifier immédiatement le reptile qui a mordu un homme. Cela est assez facile car l'empreinte laissée par les dents d'un serpent est différente d'un cas à l'autre.

Si le reptile est inoffensif, on verra une série ininterrompue d'éraflures laissées par de nombreuses dents; s'il s'agit d'une espèce venimeuse, on constatera facilement l'existence des deux trous laissés par les crochets venimeux (fig.95). Entre autre, la morsure d'un serpent venimeux s'accompagne de vives douleurs.

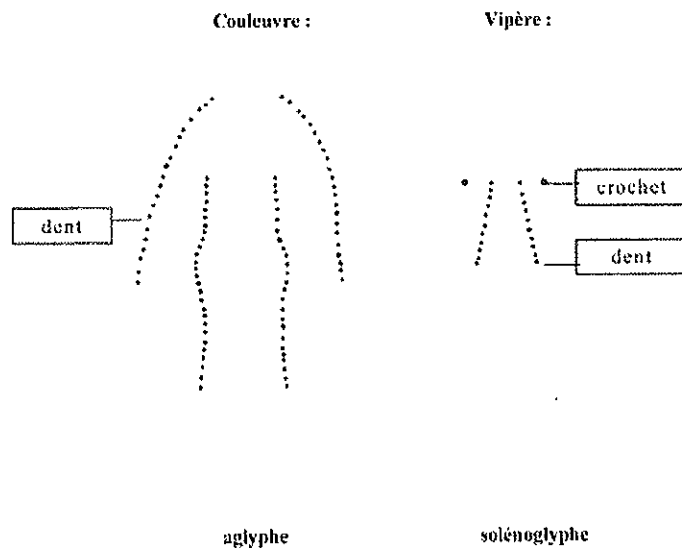


Figure 95 Traces laissées par les crochets après morsure

Description de l'animal :

Savoir différencier une vipère d'une couleuvre permettra de donner des indications sur la gravité de la morsure. (tab.12)

VIPERE		COULEUVRE
Courte, aplatie, triangulaire Cou marqué Couverte de nombreuses petites écailles 1 ou plusieurs rangées d'écailles entre l'œil et les écailles labiales	TETE	Plus allongée, ronde, pas d'étranglement derrière la tête 9 grandes plaques céphaliques, une seule rangée entre l'œil et la bouche Œil en contact avec les écailles labiales
Elliptique, verticale	PUPILLE	circulaire
Antérieurs et creusés d'un canal : solénoglyphe	CROCHETS	Absents : aglyphes Trace « pointillés »
Rarement supérieur à 70cm, corps massif Dessin dorsal noir en zig zag Queue assez courte	CORPS et QUEUE	Souvent supérieur à 1m, corps élancé Queue longue et fine

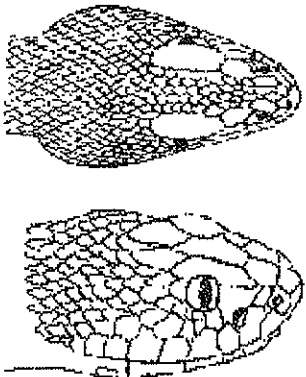
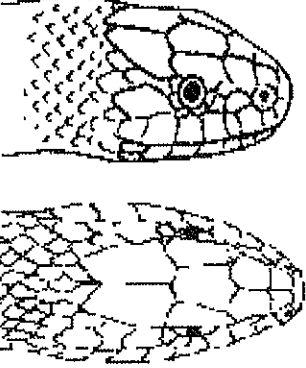
1 écaille pré-anale, petites écailles céphaliques, dont 1 « frontale » et 2 « pariétales » chez <i>V. berus</i> et <i>V. ursini</i> ,	ECAILLES	2 écailles pré-anales, grandes écailles céphaliques : 1 rostrale, 2 internasales, 2 préfrontales, 1 frontale et 2 supraoculaires, 2 pariétales, 1 rangée entre œil et bouche
 <p data-bbox="229 837 497 864">Mode de vie peu actif</p>		 <p data-bbox="1034 824 1264 851">Mode de vie actif</p>

Tableau 12 Caractères distinctifs entre couleuvres et vipères (71)

Ne pas oublier que la vipère n'attaque pas sauf si on la menace ; elle est sourde et myope mais très sensible aux vibrations. Porter des chaussures fermées ou des bottes, des pantalons longs, Faire attention où l'on marche, où l'on met les mains (tas de feuille, paille, pierres, rochers, pieds de vignes), éviter d'enjamber un tronc au sol car un serpent peut s'abriter dessous ou se reposer à l'arrière. Monter sur le tronc, vérifier une présence "ennemie" et sauter. Il faut être plus méfiant en bordure de crique, en présence d'un tas de bois... En cas de rencontre avec une vipère, ne pas la menacer avec un bâton, ni l'effrayer. Ne pas se coucher à même le sol et préférer le hamac. Il est conseillé de secouer ses vêtements avant de s'habiller le matin.

Dans le cas d'une vipère européenne (*Vipera aspis*, *Vipera berus* ou *Vipera ammodytes*), on observe d'abord une douleur aiguë souvent accompagnée de crampes, puis l'apparition d'un gonflement de la partie mordue et un bleuissement de la peau. Après une période variant entre une dizaine de minutes à quelques heures, apparaissent les premiers symptômes d'envenimation (vertiges, somnolence, prostration plus ou moins profonde, maux de tête, vomissements, soif intense) souvent accompagnés de diarrhée. La tuméfaction locale augmente progressivement, la victime transpire abondamment, a des difficultés respiratoires, sa température s'élève, son pouls faiblit mais est rapide; il peut y avoir du délire et parfois des hémorragies.

Dans les cas, toutefois assez rares, d'une issue fatale, la victime entre dans un coma grave auquel succède une perte complète de la sensibilité, et l'apparition de paralysie; enfin la mort survient par arrêt de la respiration. Heureusement, dans la majorité des cas, on assiste à une régression progressive des symptômes.

Les morsures siègent aux membres inférieurs dans 80% des cas, principalement au-dessous des genoux (travaux agricoles, chasse, déplacements pédestres).

Statistiquement parlant, dans 50% des cas, la morsure est « ratée » ! Dans 50% des autres cas où elle est " réussie ", peu ou pas de venin est injecté ! Le serpent a manqué sa cible ou n'avait plus assez de venin (morsure récente sur une proie par exemple). On a en fait 25% des cas où la morsure est réussie. Deux mille à trois mille morsures sont comptabilisées chaque année dans l'hexagone ; la mortalité est faible : deux ou trois personnes en décèdent. La Vipère est le seul serpent venimeux en France métropolitaine en dehors de la couleuvre de Montpellier et des animaux d'importation ou NAC. Il s'agit de patients victimes d'envenimations graves et n'ayant pas bénéficié du traitement spécifique par Viperfav®.

La quantité de venin injectée peut être variable selon le type de morsure. En général lorsqu'un serpent mord pour se défendre, il ne libère qu'une faible quantité de venin. Cependant lorsque l'animal est anormalement excité, il peut envoyer la pleine dose de ses glandes. Cela arrive par exemple lors des tournois d'exhibition de crotales aux USA ou encore aux petits prétentieux qui manipulent inconsidérément leurs animaux de terrarium pour épater l'assistance. Enfin lorsqu'un serpent est affamé ou trop peu agile face à son adversaire, il lui arrive de faire saisie, c'est-à-dire de ne pas le lâcher, et d'exécuter des mouvements masticatoires afin d'injecter du venin en profondeur et en masse jusqu'à la mort complète de la proie. Les morsures de serpents peuvent également rater, soit parce que ses crochets sont cassés, soit parce qu'il n'assure pas une bonne prise ou encore en raison d'un fonctionnement inefficace de l'appareil inoculateur.

Un certain nombre de personnes mordues par des serpents venimeux peuvent, selon l'espèce de ces serpents, ne manifester que peu de symptômes toxiques (envenimation), et parfois même aucun, alors que des traces de crochets sont visibles. Autant que le venin du serpent, la peur et les effets du traitement accentuent les symptômes et les signes. Alors même qu'ils ne sont pas envenimés, les patients peuvent se sentir congestionnés, étourdis et essoufflés, avec une sensation d'oppression, des palpitations, des sueurs et de l'acroparesthésie.

ACTIONS DES DIFFÉRENTS TYPES DE VENIN. (36-72) (tab.13)

ORDRE	EXEMPLES	ACTION TOXIQUE	SIGNES LOCAUX	SIGNES GÉNÉRAUX
Aglyphes	Boas, couleuvres...	Néant	Néant	Néant
Protéro-glyphes	Cobras, serpents corail...	Neurotoxique, paralysante.	Quelques tremblements, peu ou pas de douleurs.	atteinte du système nerveux central, Paralyse, des muscles respiratoires entraînant la mort en 6 à 10 heures
Soléno-glyphes	Grages, Bothrops, Lachesis, crotales, vipères...	Inflammatoires, nécrotiques, états de choc, hémorragies.	Apparition rapide de fortes douleurs, œdème marbré, nécrose très importante atteignant l'os.	Effets retardés. Vomissements, crampes, état de choc, hémorragies diffuses, angoisse, nécroses, collapsus, mort.
Opisto-glyphes	Serpents liane, certaines couleuvres	Inflammatoire et/ ou nécrotique et/ ou hémorragiques selon espèces.	Peu ou pas de douleurs.	Inflammations légères. Petites réactions locales.

Les venins sont particulièrement complexes et leur action sur l'organisme des mammifères est variable. La liste des principaux organes qui peuvent être affectés par les différents venins est d'ailleurs édifiante :

A Effets neurotoxiques sur le système nerveux, le cerveau et la moelle épinière B Paralyse du système respiratoire.

C Action coagulante sur le sang

D Altération des vaisseaux sanguins provoquant des hémorragies

E Action anticoagulante

F Destruction des globules rouges

G Action sur le cœur, baisse de la tension artérielle

H Salivation intense pouvant provoquer un étouffement

I Altération des cellules, des tissus et même d'organes (reins, etc.)

J Œdèmes (provoquent un étouffement si la morsure est faite sur le visage ou le cou)

K Nécroses

Par le passé on déterminait les types de venins en fonction de deux types de symptômes : action soit sur le système sanguin, soit sur le système nerveux. Dans les grandes lignes, c'est effectivement le cas, toutefois le mécanisme n'est pas aussi simple. Ainsi un venin qui perturbe le système sanguin provoque souvent des troubles nerveux et inversement ; il peut être à la fois anticoagulant et coagulant, ce qui ne simplifie pas les soins des personnes mordues. Pour donner un aperçu des principaux effets du venin en fonction des serpents, il convient de se référer au tableau 14. Les symptômes peuvent, à l'intérieur d'une même famille, varier d'une espèce à l'autre.

ELAPIDES	Cobras, Mambas, Bungares, serpents corail...	A - B - G - I - K
HYDROPHIDES	Serpents marins	A - B - I
VIPERIDES	Vipères, Bitis, Causus	C - D - E - F - J - K
CROTALIDES	Serpents à sonnettes, mocassins etc.	A - B - D - K
COLUBRIDES	Boomslang, Thelotornis	B - D - G - H

Tableau 14 Symptômes engendrés par une espèce de serpent

L'ophtalmie venimeuse provoquée par les élapidés « cracheurs » : les patients qui ont reçu le « crachat » de ces élapidés souffrent de douleurs intenses dans l'oeil, de conjonctivite, de blépharospasmes, d'œdème palpébral et de leucorrhée. Des érosions cornéennes sont détectables chez plus de la moitié des personnes atteintes par le crachat du *N. nigricollis*. Dans de rares cas, le venin est absorbé dans la chambre antérieure, provoquant hypopyon et uvéite antérieure. L'infection secondaire des abrasions cornéennes peut produire des opacités permanentes aveuglantes ou une panophtalmie.

Le traitement en cas de morsure (7-11-36)

Les premiers secours

A ne pas faire

La plupart des méthodes de premiers secours classiques peuvent être dangereuses et sont déconseillées :

- Les incisions locales et la succion risquent de provoquer une infection, de léser les tissus et d'entraîner un saignement persistant, tout en ne permettant d'extraire qu'une faible quantité de venin.
- Le permanganate de potassium et la cryothérapie aggravent la nécrose locale.
- Le choc électrique peut être dangereux et ses avantages ne sont pas prouvés. ((36) Une technique originale de soin aurait été récemment mise au point par un botaniste Nord Américain. Elle consiste à appliquer à la personne mordue quelques brèves décharges électriques de fort voltage et très faible ampérage (80 000 à 150 000 Volts). A cette fin, l'utilisation d'un poing électrique est possible. Une tension de 20 à 30 000 volts serait conseillée. En cas d'isolement et de nécessité absolue, sans autre moyen à disposition, les décharges d'une bougie d'un moteur automobile ou de hors bord suffiraient ! Le courant électrique briserait les chaînes de protéines et d'acides aminés en modifiant ainsi les propriétés et donc les effets. Les résultats de cette méthode sont paraît-il, spectaculaires, les douleurs et symptômes disparaîtraient très rapidement, les séquelles quasi inexistantes ! L'efficacité de la méthode serait cependant moindre face à un venin neurotoxique.)
- Les garrots et les bandes de compression peuvent provoquer gangrène, fibrinolyse, paralysie des nerfs périphériques et aggraver l'envenimation locale dans le membre atteint.
- Ne donner ni café, ni alcool, ni thé, qui accélèrent les battements du coeur et, donc, contribuent à la diffusion du venin.
- Ne pas cautériser la plaie, c'est douloureux et dangereux.
- Ne pas injecter de sérum antivenimeux, produit qui ne doit être utilisé qu'à l'hôpital, car il existe un risque d'allergie.
- Ne pas donner de salicylés.

A faire

Juste après la morsure

- Garder son calme autant que possible. Si la morsure n'a pas eu lieu dans la nature, la première chose à faire est de sécuriser la pièce. Si la morsure a eu lieu lors d'une manipulation, remettre le serpent dans son terrarium et refermer le terrarium.
- Si la morsure est sur un bras, enlever bague, bracelet et montre, car le membre peut gonfler rapidement, on évite ainsi un risque de gangrène.
- Limiter les efforts physiques et éviter tout effort non nécessaire, qui pourrait accélérer la propagation du venin dans le corps. Résister au réflexe naturel commandant la fuite. Mettre la victime en position couchée sur le côté pour éviter une éventuelle ingestion de vomis.
- La méthode d'immobilisation par pression suppose de maintenir solidement, mais sans serrer, le membre mordu avec une bande de crêpe de 4-5 m de long sur 10 cm de large recouvrant le site de la morsure et l'attelle. Chez les animaux, cette méthode a permis d'empêcher la pénétration systémique du venin des élapidés australiens et d'autres serpents, mais chez l'humain elle n'a pas fait l'objet de tests cliniques. L'immobilisation par pression est recommandée pour les morsures de serpents à venin neurotoxique (par exemple, *Elapidae*, *Hydrophiidae*), mais non quand l'enflure et la nécrose locales peuvent poser un problème (par exemple, *Viperidae*).
- Identifier l'espèce. La poursuite, la capture ou la mise à mort du serpent ne sont pas à encourager, mais s'il a été tué il doit être emporté avec le patient à l'hôpital. Il ne doit pas être touché à mains nues, car des morsures réflexes peuvent se produire même si l'animal semble mort.
- Désinfecter la plaie.
- Se rendre au centre anti poison ou l'hôpital le plus proche.
- Possibilité d'utiliser des systèmes de succion (Pierre noire, Aspivenin®, Venimex®) tout en sachant que le venin contient des principes facilitant sa dispersion et que ces systèmes n'ont pas fait la preuve de leur efficacité. De plus, cette méthode peut endommager les tissus mous.
- réfrigération locale: ralenti la dissémination, antalgique, inhiberait l'action nécrosante de enzymes, peut aggraver les lésions d'ischémie.
- destruction du venin par la chaleur (bout de cigarette)

Dans la plupart des cas de morsure de serpent, on ne peut savoir avec certitude quelles sont les espèces en cause (les marques de crochets sont parfois invisibles), ni la quantité et la composition du venin injecté. Aussi, les patients devraient-ils en principe être admis à l'hôpital pour observation pendant au moins 24 heures.

A l'hôpital (7-11)

Calmer voire séduer le patient (benzodiazépines)

Rassurer l'entourage

Calmer la douleur : paracétamol, voire morphine (vipéridés) mais pas d'aspirine

Traiter un malaise vagal, une syncope, un choc, un angio-œdème, un choc anaphylactique par de l'atropine ou de l'adrénaline 0,1% et un antihistaminique tel que le maléate de chlorophéniramine.

Traiter un état de choc : remplissage vasculaire (cristalloïdes ou macro-molécules), la voie centrale étant contre-indiquée vu le processus hémorragique. Chez la femme enceinte on fait appel à l'éphédrine en première intention (ampoule de 30 mg diluée dans 10ml, titration) du fait du risque d'hypoperfusion placentaire liée à l'adrénaline. La noradrénaline peut être nécessaire en cas de vasodilatation persistante.

Mettre de la glace enveloppée à proximité de la morsure (pas toujours conseillé)

Prévoir une assistance respiratoire (neurotoxines). La détresse respiratoire et la cyanose seront traitées par une intubation fournissant de l'oxygène et, si nécessaire, par une ventilation assistée.

Si le patient est inconscient et qu'aucun pouls fémoral et carotidien ne peut être perçu, la réanimation cardio-pulmonaire devra être commencée immédiatement.

Faire des soins oculaires (najas)

Traiter le vomissement persistant par de la chlorpromazine.

Les patients dont le sang est incoagulable développent de gros hématomes après les injections intramusculaires et sous-cutanées; la voie intraveineuse devra donc être utilisée dès que possible.

Vérifier la vaccination antitétanique et faire la prophylaxie antitétanique si nécessaire

Pronostic :

Il dépend avant tout du degré de gravité de l'envenimation et de la précocité de mise en oeuvre du traitement spécifique pour les grades II et III. Il faut également tenir compte de certains facteurs :

- L'âge et le poids de la victime : gravité particulière chez l'enfant (rapport venin / poids plus élevé que chez l'adulte), la gravité étant liée au quotient quantité de venin injecté/ poids de la victime, l'envenimation sera d'autant plus sévère que le poids sera faible (la dose létale pour un homme est de l'ordre de 0.10 à 0.15 mg/kg). Les personnes âgées, en raison de leurs plus faibles résistances sont des sujets à risques ainsi que les enfants.

- Le terrain : tares viscérales préexistantes (hypotension, insuffisance cardiaque, rénale, diabète...), femme enceinte,

- Le type de morsure : la quantité de venin injecté sera plus importante dans le cas de morsures multiples et l'envenimation en sera d'autant plus importante.

localisation intra vasculaire ou intéressant les zones très vascularisées comme la face : sa localisation à la face ou au cou est particulièrement grave en raison du risque d'apparition d'œdème au niveau des voies aériennes supérieures. L'injection directe du venin dans un vaisseau sanguin fait courir un risque mortel par suite d'une coagulation intra vasculaire disséminée.

- La quantité de venin injectée : variable selon l'espèce, la saison et le temps écoulé depuis la dernière piqûre ; ces données sont en pratique inconnues. Il existe une corrélation entre la sévérité de l'envenimation et la concentration plasmatique de venin. Ainsi, l'augmentation du taux de venin dans le sang augmenterait la sévérité des signes cliniques.

AUDEBERT et coll. ont mis au point un test ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) (fig.96) permettant d'apprécier le degré d'envenimation par dosage rapide des antigènes du venin de vipère dans les liquides biologiques, sang et urines. Ils ont également établi une corrélation entre le taux de venin et l'importance des signes cliniques.

Les anticorps utilisés sont les fragments F(ab')₂ obtenus à partir de sérum de cheval hyper-immunisé vis-à-vis de venins de vipères. Leur purification est effectuée par chromatographie d'affinité sur une colonne de Sépharose couplée à un mélange à parties égales de venins de *Vipera aspis*, *Vipera berus* et *Vipera ammoyites*.

La première étape du test consiste à sensibiliser les cupules d'une plaque à immunotitration en polystyrène au moyen des fragments $F(ab')_2$ afin de capturer les éventuels venins présents dans les liquides biologiques, sang ou urines, à tester. La présence, ou l'absence, de ces venins est révélée au moyen de la même fraction $F(ab')_2$ utilisée pour la capture et conjuguée à une enzyme, la peroxydase ; la fixation du conjugué est mise en évidence par l'addition d'un substrat chromogène, l'O.D.P. (orthophénylène diamine), qui, en présence de peroxyde d'hydrogène, s'oxyde et se transforme en dérivé coloré dont l'intensité peut être mesurée au spectrophotomètre à 495nm. L'intensité obtenue, comparée à une gamme étalon, permet de déterminer la quantité d'allergènes contenue dans le liquide biologique testé.

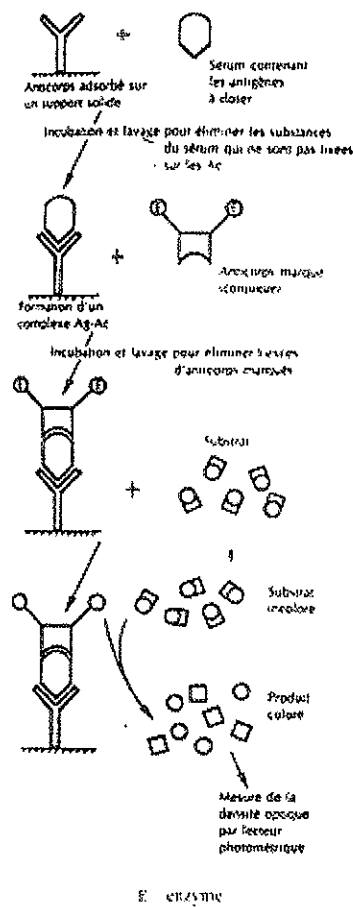


Figure 96 Test ELISA méthode indirecte

Grade	Tmin (h)	Cmax (ng/ml)	T1/2 (h)
II	0.5 à 5	30.8±28	8.3±2.5
III	2 à 3	118±105	8.6±2.6

Tableau 15 Paramètres pharmacocinétiques du venin de *Vipera aspis* déterminés au cours d'envenimations humaines.

Ces résultats (tabl.15) ont été obtenus à partir d'échantillons de sang chez des personnes envenimées au stade II ou III et montrent que quel que soit le grade d'envenimation, la demi-vie des antigènes reste la même, environ 8 heures ; la quantité de venin injectée n'influerait donc pas cette demi-vie.

Il existe une corrélation entre le développement de l'œdème et les signes cliniques systémiques. L'œdème est le signe local le plus fréquent et confirme l'inoculation du venin. La rapidité et l'importance de son extension témoignent de la gravité de l'envenimation. Cette classification a été établie pour instaurer au plus tôt la thérapeutique la mieux adaptée, par exemple l'utilisation du sérum anti venimeux. Voici une gradation clinique des envenimations vipérines en France (tab.16) :

Grade	Appellation	Caractéristiques/symptômes	CC en venin, valeur moyenne en ng/ml de plasma
0	Absence d'envenimation	Marque des crochets Pas d'œdèmes ou de réaction locale	1±0.3
I	Envenimation minimale	Œdème local Pas d'envenimation systémique	5±1.8
II	Envenimation modérée	Œdème régional Symptômes systémiques modérés	32±7
III	Envenimation sévère	Œdème extensif Symptômes systémiques sévères	126±50

Tableau 16 Gradation clinique et concentrations plasmatiques du venin de vipère après morsure (20)

Principaux symptômes (11)

On peut classer les effets cliniques des venins en 4 grandes catégories : les actions inflammatoires, les actions sur les cellules et les tissus (cytotoxicité), les actions sur le système nerveux (neurotoxicité) et enfin les actions sur la circulation sanguine (coagulopathies). L'envenimation provoque toujours plusieurs actions, ainsi un certain nombre de symptômes d'intensité variable peuvent apparaître simultanément. Le tableau 17 présente les principaux symptômes pour chaque effet clinique. Les espèces citées sont les principales espèces dont la morsure est généralement, mais pas systématiquement, responsable de ces effets.

	Symptômes	Espèces concernées
Symptômes inflammatoire	<ul style="list-style-type: none"> - violentes douleurs locales - formation d'un oedème au niveau de la morsure - hypotension, collapsus et possibilité d'arrêt cardiaque 	quasiment l'ensemble des Vipéridés et des Atractaspidés, et certains Elapidés (<i>Naja atra</i> , <i>Naja mossambica</i> , <i>Pseudechis</i> sp.)
Actions sur les cellules et les tissus		
Symptômes hémorragiques	<ul style="list-style-type: none"> - violentes douleurs locales - hémorragies locales, saignements abondants au niveau de la morsure - hémorragies internes au niveau des organes 	<i>Bitis</i> sp., <i>Bothrops</i> sp., <i>Calloselasma rhodostoma</i> , <i>Cerastes</i> sp., <i>Crotalus</i> sp., <i>Daboia</i> sp., <i>Deinagkistrodon acutus</i> , <i>Echis</i> sp., <i>Trimeresurus</i> sp., <i>Vipera</i> sp., ...
Destructions des tissus cutanés	<ul style="list-style-type: none"> - violentes douleurs - nécroses superficielles ou profondes, sèches ou putrides, réduite ou extensives - myoglobinuries 	<i>Agkistrodon</i> sp., <i>Bitis</i> sp., <i>Bothrops</i> sp., <i>Calloselasma rhodostoma</i> , <i>Cerastes</i> sp., <i>Daboia</i> sp., <i>Echis</i> sp., <i>Naja atra</i> , <i>Naja kaouthia</i> , <i>Naja mossambica</i> , <i>Naja naja</i> , <i>Naja pallida</i> , <i>Pseudechis</i> sp., <i>Trimeresurus flavoviridis</i>
Altération des muscles	<ul style="list-style-type: none"> - douleurs musculaires - dégénérescence musculaire - atteintes rénales - paralysie par incapacité musculaire 	<i>Bothrops</i> sp., <i>Crotalus durissus</i> , <i>Crotalus scutulatus</i> , <i>Daboia russelli</i> , <i>Enhydrina schistosa</i> , <i>Hydrophis</i> sp., <i>Oxyuranus</i> sp., <i>Notechis</i> sp. ...
Altération des cellules cardiaques (cardiotoxicité)	<ul style="list-style-type: none"> - arythmies, tachycardies, violentes contractions du cœur, arrêt cardiaque - vaso-constrictions, arrêt cardiaque 	<i>Atractaspis</i> sp., <i>Naja nigricollis</i> , <i>Pseudechis</i> sp., ...

Altération des cellules sanguines	- altération des globules rouges - collapsus, anémie - insuffisances rénales	Bothrops sp., Crotalus sp., Daboia russelli, Demansia sp., Pseudechis sp., Rhabdophis tigrinus...
Actions sur le système nerveux		
Blocage de l'influx nerveux	- Paralysie progressive des muscles qui conduit au décès par arrêt du système respiratoire causée par :	
	o Des toxines présynaptiques (qui inhibent la libération des neurotransmetteurs).	Bitis gabonica, Bungarus multicinctus, Crotalus durissus, Crotalus scutulatus, Laticauda sp., Micrurus sp., Notechis sp., Oxyuranus scutellatus, Pseudonaja sp.,
	o Des toxines postsynaptiques (qui inhibent la fixation des neurotransmetteurs).	Acanthophis sp., Bungarus sp., Enhydrina schistosa, Hydrophis sp., Lapemis sp., Laticauda sp., Naja haje, Naja naja, Naja nigricollis, Notechis sp.,
Stimulation de l'influx nerveux	- salivation abondante, tétanies musculaires, spasmes - paralysie des muscles par contraction, décès rapide par asphyxie	Dendroaspis sp
Actions sur la circulation sanguine	- formation de caillots aboutissant à des nécroses ou des embolies - incoagulabilité du sang, hémorragies locales ou générale.	Akistrodon sp., Bothrops sp., Calloselasma rhodostoma, Cerastes sp., Crotalus sp., Daboia sp., Deinagkistrodon acutus, Dyspholidus typus, Echis sp., Notechis sp., Pseudechis sp., Oxyuranis scutellatus, Rhabdophis tigrinus, Trimeresurus sp., Vipera sp.,
Autres actions		
On constate également en cas de morsure d'autres symptômes tel que fièvres, nausées, vomissements, sudation, maux de têtes... A noter que nausée, étourdissement, diarrhée sont caractéristiques d'une envenimation neurotoxique. L'ensemble de ces autres symptômes s'explique soit par les actions du venin précédemment citées soit par des réactions de l'organisme motivées en particulier par le stress et l'angoisse. Stress et angoisse peuvent dans les cas extrêmes conduire à un arrêt cardiaque.		

Tableau 17 Principaux symptômes

Signes biologiques :

Les troubles biologiques peuvent apparaître dès le grade II. Dès l'apparition de signes d'envenimation locale il faut effectuer un bilan : Numération sanguine, bilan d'hémostase (TP, temps de saignement TCA, Fibrinogène, PDF), créatinémie, CPK, complété par un bilan orienté par les anomalies cliniques et/ou biologiques. En l'absence de laboratoire, un temps de coagulation sur tube sec ou TCTS : calcul du temps de coagulation sur tube sec (TCTS) : prélever 5 ml de sang sur tube sec, laisser le tube en place sur une paillasse stable et mesurer le temps d'apparition du caillot : valeur normale : le caillot se forme normalement en 10 à 15 mn et reste stable pendant environ 48 heures ; valeur pathologique : un caillot qui se forme en plus de 30 mn ou un caillot qui se dissout à nouveau

_ Signes biologiques de gravité (d'après Harry)

Leucocytose > 15 000/mm³

Plaquettes < 150 000/mm³

Taux de prothrombine < 60 %

Fibrinogène < 1,5 g/l

Produit de dégradation de la fibrine

– Dans les cas limites, les signes et éléments suivants parlent plutôt en faveur d'un traitement par antivenin : acidose métabolique, hémolyse, modifications de ECG (inversion de T, abaissement de l'espace ST, bloc AV), troubles de la coagulation; enfants en bas âge, femmes enceintes.

Le traitement antivenin (annexe p.206) (73)

La décision la plus importante à prendre est celle d'administrer ou non un sérum antivenin, car c'est là le seul antidote spécifique. La sérothérapie antivenimeuse est souvent contestée en France du fait du manque d'études bien contrôlées prouvant son efficacité et établissant rigoureusement ses conditions d'utilisation. Une vaste étude des envenimations vipérines en France a permis de rassembler les données cliniques et biologiques concernant plus de cent cinquante cas d'envenimations. Celle-ci a été complétée par une étude expérimentale chez le lapin de la toxicocinétique du venin en absence et après immunothérapie antivenimeuse. Ces travaux ont montré que le venin de vipère est rapidement absorbé à partir du site d'injection, qu'il diffuse largement dans l'organisme mais qu'il est éliminé lentement en absence d'immunothérapie. Comme cela est attendu, la gravité des envenimations croît avec la quantité de venin présente dans le sang des patients.

L'administration du sérum antivenimeux provoque une redistribution du venin depuis les tissus vers le compartiment vasculaire, où les antigènes toxiques sont neutralisés par les anticorps puis éliminés. Ces résultats ont conduit les médecins français à reconsidérer leur position négative vis-à-vis du sérum antivenimeux et à l'utiliser à nouveau dans des conditions plus rigoureuses avec pour conséquence une réduction très importante de la mortalité, de la morbidité et de la durée d'hospitalisation.

Le sérum antivenin est indiqué si l'on observe les signes d'envenimation systémique suivants:

1. anomalies hémostatiques telles qu'un saignement systémique spontané, un sang incoagulable ou une thrombocytopénie profonde;
2. neurotoxicité;
3. hypotension et choc, ECG anormal ou tout autre signe de dysfonctionnement cardiovasculaire;
4. altération de la conscience, quelle qu'en soit la cause;
5. rhabdomyolyse généralisée.

On a également la preuve d'un empoisonnement grave lorsqu'on constate une leucocytose, des neutrophiles, un niveau élevé d'enzymes sériques comme la créatine kinase ou les aminotransférases, une hémococoncentration, une anémie grave, une myoglobinurie, une hémoglobinurie, une méthémoglobinurie, une hypoxémie ou une acidose. En l'absence d'envenimation systémique, une enflure locale de plus de la moitié du membre mordu, une vésication extensive ou des ecchymoses, des morsures aux doigts et la progression rapide de l'enflure justifient l'emploi du sérum antivenin, particulièrement chez les patients mordus par des espèces dont les venins sont connus pour provoquer une nécrose locale (par exemple, vipéridés, cobras d'Asie et cobras cracheurs africains).

La sérothérapie est faite actuellement à partir de fragments Fab 2 ou Fab d'immunoglobulines purifiées anti-venimeuses polyvalentes (tab.18) (*Bitis*, *Echis*, *Naja* et *Dendroaspis* pour FAV-Afrique) ou monovalentes (ex : *Echis ocellatus* des savanes africaines, *Bothrops lanceolatus* en Martinique). Pour fabriquer les sérums, on injecte à un cheval (à intervalles réguliers) des doses de plus en plus importantes de venin afin qu'il produise les anticorps correspondants. On filtre ensuite le sérum prélevé sur le cheval afin d'éliminer le plus possible de protéines pour éviter tant que possible les réactions allergiques.

Propriétés	IgG	Fab 2	Fab
Distribution dans l'organisme	> 6 heures	3 heures	1 heure
Elimination (demi-vie)	> 100 heures	60 heures	10 heures
Excrétion	Cellules immunocompétentes	Cellules immunocompétentes	rénale
Effets indésirables	> 30%	< 5%	> 5%

Tableau 18 Propriétés des IgG et des fragments porteurs de l'activité neutralisante

Il existe différents sérums anti venimeux :

Monovalent (*Vipera Berus*) Fragments F(ab) (*Viperatab*TM)

En cas de morsure de vipère (*Vipera Berus*), les fragments Fab d'anticorps spécifiques (*Viperatab*TM) sont largement utilisés en Scandinavie. La dose initiale est de 200 mg. Le produit lyophilisé est dissout dans 5 ml d'eau mélangé à 100 ml de sérum physiologique et administré en IV en 30 minutes. Indications : choc persistant, symptômes gastro-intestinaux sévères, oedème progressif, troubles de la coagulation.

Polyvalent Fragments F(ab)2 (*Viperfav*® fig.97) (83-85)

En France, une immunothérapie antivipérine composée de fragments purifiés F(ab)2 d'anticorps contre les venins de *Vipera aspis*, *Vipera berus* et *Vipera ammodytes* est disponible sous le nom de *Viperfav*®.

N.B. : le Centre antipoisons ne délivre pas de sérum antivenimeux aux voyageurs. Des informations sur la disponibilité des sérums en Europe sont disponibles sur : <http://www.toxinfo.org> sous la rubrique « Antivenoms » (annexe .



Figure 97 1 flacon de 4 ml de *Viperfav*®

Aventis Pasteur Merieux MSD France à commander via Aventis Pasteur Merieux MSD
Bruxelles

Tél. : 02/ 726.95.84. Fax : 02/ 726.85.84

- Une seule posologie quel que soit l'âge et le poids : un flacon de 4 ml à diluer dans 100 ml de sérum physiologique, en perfusion sur 1 heure,
- Débit : 50 ml/h (ou 15 gouttes/mn) au début puis accélérer si aucune réaction,
- A renouveler éventuellement 5h après si les signes de gravité se poursuivent.
- indications : symptômes gastro-intestinaux sévères, hypotension précoce, choc, oedème extensif, troubles de la coagulation, anaphylaxie

Contre indications :

- Antécédents allergiques connus aux protéines hétérologues d'origine équine. (CI relative),
- Conservation : entre + 2°C et +8°C
- Usage strictement hospitalier.

Les indications spéciales concernant le sérum antivenin

Quelques pays développés disposent des ressources financières et des techniques nécessaires pour autoriser un champ d'indications plus large :

-Etats-Unis et Canada. Après les morsures des crotales les plus dangereux (*C. atrox*, *C. adamanteus*, *C. viridis*, *C. horridus* et *C. scutulatus*), une thérapie antivenin précoce est recommandée avant même que n'apparaisse l'envenimation systémique. La propagation rapide de l'enflure locale est considérée comme une indication justifiant l'emploi du sérum antivenin, de même qu'une douleur immédiate ou n'importe quel autre symptôme ou signe d'empoisonnement après morsure par des serpents corail (*Micruroides euryxanthus* et *Micrurus fulvius*).

-Australie. Le sérum antivenin est recommandé pour les patients qui ont été ou dont on suspecte qu'ils ont été mordus par des serpents lorsqu'on observe des nodules lymphatiques régionaux sensibles ou tout autre signe de propagation systémique du venin, et chez toute personne effectivement mordue par une espèce considérée comme étant fortement venimeuse.

-Europe. (Vipère: *Vipera berus* et autres vipéridés européens.) Le sérum antivenin est indiqué pour prévenir la morbidité et réduire la durée de la convalescence chez les patients à enveniment modéré et pour sauver la vie de ceux qui sont gravement envenimés.

Les indications sont les suivantes:

1. chute de la pression sanguine (systolique à moins de 80 mmHg, ou à plus de 50 mmHg de la valeur normale ou admise) avec ou sans signes de choc;
2. autres signes d'envenimation systémique, tels que saignements spontanés, coagulopathie, oedème pulmonaire ou hémorragie (attestés par un radiogramme thoracique), anomalies de l'ECG et leucocytose périphérique définie (plus de 15 000/ μ l) et créatine kinase sérique élevée;
3. empoisonnement local grave : enflure de plus de la moitié du membre mordu se développant dans les 48 heures suivant la morsure, même s'il n'y a pas d'envenimation systémique;
4. chez les adultes, extension de l'enflure au-delà du poignet après des morsures à la main, ou au-dessus de la cheville suite à des morsures au pied, dans les 4 heures de la morsure. Les patients mordus par des vipéridés européens qui manifestent un signe d'envenimation quel qu'il soit devraient être hospitalisés pour observation pendant au moins 24 heures. Le sérum antivenin devrait être administré quand il y a preuve d'envenimation systémique (points 1 ou 2 ci-dessus), même si elle n'apparaît que plusieurs jours après la morsure.

La prédiction des réactions au sérum antivenin

Il est important de savoir que la plupart des réactions à l'antidote ne sont pas provoquées par une hypersensibilité de type I, due aux IgE, mais par une activation complémentaire des agrégats d'IgG ou des fragments Fc. Les tests cutanés, de même que les tests conjonctivaux, ne permettent pas de prévoir les réactions précoces (anaphylactiques) ou tardives (type maladie du sérum) à l'antidote, mais ils retardent le traitement et peuvent sensibiliser le patient. Ils sont donc contre-indiqués.

Les contre-indications du sérum antivenin

Les patients ayant des antécédents de réactions à l'antisérum équin font des réactions plus fréquentes et plus graves au sérum antivenin équin. Les sujets atopiques n'ont pas de risques accrus de réactions, mais lorsqu'ils en ont une, celle-ci sera probablement grave. Dans ce cas, les réactions peuvent être prévenues ou atténuées grâce à un prétraitement par injection sous-cutanée d'adrénaline, d'antihistamine et d'hydrocortisone, ou par perfusion intraveineuse continue d'adrénaline pendant l'administration de l'antidote. Une désensibilisation rapide n'est pas recommandée.

Le choix et l'administration du sérum antivenin

Le sérum antivenin ne doit être administré que si sa gamme d'efficacité inclut les espèces responsables de la morsure. Les solutions opaques doivent être écartées, car la précipitation de protéines indique qu'il y a perte d'activité et risque accru de réaction. Le sérum antivenin monovalent est la meilleure solution lorsque l'espèce incriminée est connue. Les sérums antivenin polyvalents sont utilisés dans nombre de pays, car il est difficile d'identifier le serpent en cause. Les sérums antivenin polyvalents peuvent être tout aussi efficaces que les sérums monovalents, mais leur capacité de neutralisation d'un venin spécifique par unité de poids d'immunoglobuline est plus faible. En dehors des venins employés pour l'immunisation de l'animal qui produit le sérum antivenin, d'autres venins peuvent être neutralisés par un antidote parasécifique (par exemple, venins d'hydrophiidés par l'antidote contre le serpent tigre—*Notechis scutatus*). Le traitement au sérum antivenin est à poursuivre tant que les signes d'empoisonnement systémique persistent (c'est-à-dire pendant plusieurs jours) et, en principe, il doit être administré dès que ces signes apparaissent. La voie intraveineuse est la plus efficace. La perfusion de sérum antivenin dilué dans environ 5 ml de fluide isotonique par kg de poids corporel est plus facile à contrôler qu'une injection intraveineuse de sérum antivenin non dilué pratiquée au taux d'environ 4 ml/mn, mais on ne constate aucune différence quant à l'incidence ou à la gravité des réactions contre cet antidote chez les patients traités par ces deux méthodes.

Les effets de l'antidote

Une amélioration symptomatique marquée est constatée dès que le sérum antivenin a été injecté. Chez les patients choqués, la pression sanguine augmente et ils reprennent conscience (*C. rhodostoma*, *V. berus*, *Bitis arietans*). Il peut y avoir amélioration des signes de neurotoxicité en l'espace de 30 minutes (*Acanthophis*, *N. kaouthia*), mais en général il faut compter plusieurs heures. Normalement, le saignement systémique spontané s'arrête entre 15 et 30 minutes et la coagulabilité sanguine est restaurée en 6 heures si une dose neutralisante a été administrée. Il faut administrer davantage de sérum antivenin si les signes d'envenimation grave persistent après 1 ou 2 heures ou si la coagulabilité sanguine n'est pas restaurée dans un délai de 6 heures environ. L'empoisonnement systémique peut récidiver plusieurs heures ou plusieurs jours après une réaction initialement favorable au sérum antivenin.

Cette récurrence s'explique par le fait que le venin continue à être absorbé à partir du site d'injection, ainsi que par l'élimination de l'antidote dans le sang. Les demi-vies sériques apparentes des antidotes F(ab')₂ équinés chez les patients empoisonnés sont de 26 à 95 heures. Les patients doivent donc rester en observation pendant 3 ou 4 jours au moins.

Les réactions à l'antidote

Des réactions (anaphylactiques) précoces se manifestent de 10 à 180 minutes après l'administration du sérum antivenin chez certains patients. Leur importance augmente avec la dose et diminue quand un sérum plus pur est utilisé et quand l'administration est faite par injection intramusculaire plutôt qu'intraveineuse. Les symptômes sont les suivants: démangeaisons, urticaire, toux, nausées, vomissements, autres signes de stimulation du système nerveux autonome, fièvre, tachycardie, bronchospasme et choc. Très peu de ces réactions peuvent être attribuées à l'hypersensibilité de type I due aux IgE.

L'adrénaline (épinéphrine) est le traitement à prescrire pour les réactions précoces; on en administre de 0,5 à 1,0 ml à 0,1% par injection sous-cutanée aux adultes dès les premiers signes d'une réaction. Cette dose peut être répétée si la réaction persiste. Un antagoniste antihistaminique H₁, le maléate de chlorophénamine par exemple doit être administré par injection intraveineuse pour combattre les effets de l'histamine libérée pendant la réaction.

Les réactions pyrogènes résultent d'une contamination du sérum antivenin par des endotoxines. Fièvre, frissons, vasodilatation, et chute de la pression sanguine se manifestent 1 à 2 heures après le traitement. Chez les enfants, les convulsions fébriles peuvent être précipitées. Les réactions pyrogènes sont traitées en rafraîchissant le patient et en donnant des antipyrétiques (paracétamol).

Des réactions tardives de pathologie sérique (complexe immunitaire) peuvent apparaître de 5 à 24 jours (7 en moyenne) après le traitement. L'importance de ces réactions et la vitesse de leur développement augmentent avec la dose de sérum antivenin. Leurs caractéristiques cliniques incluent de la fièvre, des démangeaisons, de l'urticaire, une arthralgie (notamment de l'articulation temporo-mandibulaire), de la lymphadénopathie, des enflures périarticulaires, une mononévrite multiple, de l'albuminurie et, rarement, une encéphalopathie.

Les réactions tardives répondent bien à un antihistaminique oral tel que la chlorophénamine ou au prédnisolone oral.

Le traitement de soutien

-L'envenimation neurotoxique : la paralysie bulbaire et respiratoire peut conduire à la mort du sujet par obstruction des voies respiratoires ou du conduit aérien, ou par insuffisance respiratoire. Les voies respiratoires doivent être libérées et, en cas de détresse respiratoire, on devra insérer un tube endotrachéal ou réaliser une trachéotomie. Les anticholinestérases ont un effet variable, mais qui peut être utile chez les patients à envenimation neurotoxique, spécialement quand il s'agit de neurotoxines postsynaptiques. Le «test Tensilon» doit être pratiqué dans tous les cas d'envenimation neurotoxique sévère, par exemple si l'on soupçonne une myasthénie grave. Le sulfate d'atropine doit être administré par injection intraveineuse (pour bloquer les effets muscariniques de l'acétylcholine), suivie d'une injection intraveineuse de chlorure d'édrophonium. Les patients qui réagissent bien peuvent être entretenus avec du méthylsulfate de néostigmine et de l'atropine, toutes les 4 heures ou par perfusion continue.

-L'hypotension et le choc : si la pression veineuse jugulaire ou centrale est faible ou s'il y a une autre preuve clinique d'hypovolémie ou d'exsanguination, une solution de plasma, de préférence du sang entier frais ou du plasma congelé frais, devrait être perfusée. S'il y a hypotension persistante ou grave ou des signes de perméabilité capillaire accrue (par exemple, oedème facial et conjonctival, effusions séreuses, hémococoncentration, hypoalbuminémie), un vasoconstricteur sélectif tel que la dopamine (dose de départ de 2,5 à 5 µg/kg de poids corporel/min par perfusion dans une veine centrale) devra être utilisé.

-Les troubles hémostatiques : une fois que le sérum antivenin spécifique a été administré pour neutraliser les procoagulants du venin, le rétablissement de la coagulabilité et de la fonction des plaquettes peut être accéléré en fournissant du sang entier frais, du plasma congelé frais, des cryoprécipités (contenant du fibrinogène, le facteur VIII, la fibronectine et quelques facteurs V et XIII) ou des concentrés plaquettaires. L'héparine est à éviter ainsi que les corticostéroïdes.

-L'oligurie et l'insuffisance rénale : le débit urinaire, la créatinine sérique, l'urée et les électrolytes doivent être mesurés chaque jour chez les patients souffrant d'une envenimation sévère, ainsi que chez les patients mordus par des espèces connues pour provoquer une insuffisance rénale (par exemple, *D. russelii*, *C. d. terrificus*, différentes espèces de *Bothrops*, serpent de mer). Si le débit urinaire tombe au-dessous de 400 ml par 24 heures, des cathéters veineux urétraux et centraux doivent être insérés.

Si le flux urinaire n'augmente pas après une réhydratation prudente et l'administration de diurétiques comme le furosémide ; la dopamine devrait être tentée et le patient devrait être placé sous bilan hydrique strict. Si ces mesures sont inefficaces, une dialyse péritonéale, une hémodialyse ou une hémofiltration seront nécessaires.

-L'infection locale au niveau de la morsure : suite aux morsures de plusieurs espèces (les différentes espèces de *Bothrops*, *Bitis arietans* et de *C. adamanteus*, *Calloselasma rhodostoma*, *Trimeresurus flavoviridis*), il faut prévoir des complications telles que des infections locales provoquées par des bactéries présentes dans le venin du serpent ou sur ses crochets. Elles peuvent être prévenues par de la pénicilline, du chloramphénicol ou de l'érythromycine et par une dose active d'anatoxine tétanique, surtout si la blessure a été incisée ou a subi un contact quelconque. La gentamicine et la métronidazole devrait être ajouté si l'on constate des signes de nécrose locale.

Les signes de l'empoisonnement local sont une forte douleur, l'atonie des muscles compartimentaux qui deviennent douloureux quand ils sont étirés passivement, l'hyperesthésie des territoires cutanés desservis par des nerfs parcourant le compartiment et une tension évidente de celui-ci. La détection du pouls artériel (aux ultrasons Doppler, par exemple) n'exclut pas l'ischémie intracompartimentale. Les pressions intracompartimentales excédant 45 mmHg sont associées à un risque élevé de nécrose ischémique. Dans ces conditions, la fasciotomie peut être envisagée, mais ne doit pas être tentée tant que ne sont pas rétablis la coagulabilité sanguine et un décompte de plaquettes de plus de 50 000/ μ l. Dans la plupart des cas, un traitement antivenin sérique précoce adéquat suffit à prévenir le développement de ces syndromes intracompartimentaux.

-Le traitement de l'ophtalmie due au venin de serpent : quand le venin de cobra est projeté dans les yeux, les premiers soins consistent à les baigner avec des volumes abondants d'eau ou de n'importe quel autre liquide aseptique disponible. Des gouttes d'adrénaline (0,1%) peuvent soulager la douleur. A moins qu'une abrasion cornéenne puisse être exclue par coloration à la fluorescéine ou après examen à la lampe à fente, le traitement doit être le même que pour n'importe quelle lésion de la cornée : un antimicrobien local tel que la tétracycline ou le chloroamphénicol doit être appliqué. L'instillation de sérum antivenin dilué n'est pas recommandée.

-La chirurgie (11) :gie peut intervenir dans deux cas : quelques jours après l'envenimation pour limiter les séquelles liées à la nécrose ; ou dans le cas d'une envenimation par un crotalidé.

Il peut en effet arriver que le venin soit directement injecté dans un muscle. Un œdème se forme alors et le muscle « enfle » dans la membrane qui le maintient. Cette membrane étant très résistante, la pression dans le muscle augmente, il faut alors recourir à la fasciotomie (incision de la membrane jusqu'à ce que l'œdème se résorbe). Ce procédé reste très impressionnant pour la victime, comme pour ses proches.

Cas particulier des Nouveaux Animaux de Compagnie :

De nombreuses espèces de serpents exotiques sont en captivité chez des particuliers et sont responsables d'accidents dont le tableau est fort différent de ce que l'on observe avec nos vipères : signes loco-régionaux extensifs, voire nécrose (vipères africaines ou asiatiques, crotales américains), troubles majeurs de la coagulation (vipères africaines, crotales américains), hypotension artérielle sévère (crotales), neurotoxicité voire dépression respiratoire (cobras, serpents corail), syndrome muscarinique (mambas), rhabdomyolyse (serpents marins).

Le traitement repose essentiellement sur l'administration d'un antivenin spécifique (annexe , lequel est bien sûr rarement disponible en France (se renseigner auprès d'un centre antipoison) et sur le traitement symptomatique des différentes complications des envenimations graves en réanimation.

LES NAC (nouveaux animaux de compagnie)

LES NAC (Nouveaux Animaux de Compagnie)

Généralités (23)

Parmi les phobies humaines, les reptiles occupent sans doute la première place. Le serpent en détient toutefois la palme. Toutes les créatures rampantes sont d'ailleurs par les profanes mises dans le même sac, à tel point que l'on ne compte plus le nombre de pauvres lézards apodes (tels que le Scheltopusik ou l'Orvet) qui sont sacrifiés sur l'autel de la peur et de la bêtise.

La crainte du serpent provient essentiellement du fait qu'un certain nombre d'espèces sont dotées d'une arme terrible : le venin. Celui-ci n'est pas l'apanage des serpents puisque d'autres vertébrés peuvent infliger des morsures venimeuses : certaines musaraignes, et trois lézards (*Heloderma horridum horridum* du Mexique et son parent des U.S.A., *Heloderma horridum suspectum* et enfin une dernière espèce très rare vivant au nord de l'île de Bornéo, *Lanthanotus borneensis*). Malgré cette arme redoutable, dans leur milieu naturel les serpents ne tuent que pour se nourrir ou lorsqu'ils se sentent menacés. Le rapport entre les morsures et les décès consécutifs est marquant selon les pays : cinq morts pour mille en France, près de dix pour mille aux USA, et près de cinquante pour mille en Asie du sud-est. Ces chiffres pris sur l'ensemble des populations ne doivent pas pour autant faire sous-estimer le danger encouru par les individus eux-mêmes, en particulier lorsqu'il s'agit d'animaux venimeux maintenus en captivité.

Les animaux exotiques ont du succès ! Jusqu'à présent, les animaux de compagnie se limitaient aux chats, aux chiens et aux poissons rouges. Désormais, il faut compter avec les NAC, Nouveaux Animaux de Compagnie, qui suscitent un engouement croissant ces dernières années. Effet de mode ou véritable passion pour des animaux exotiques parfois dangereux ? Une passion n'est absolument pas critiquable dans la mesure où la responsabilité et la clairvoyance, autrement dit le bon sens, régissent cette dernière. Si la grande majorité des espèces animales originales élevées par des particuliers représente peu de risques pour leur propriétaire, quelques passionnés constituent des collections de spécimens parfois dangereux et certains ont cédé à la tentation d'avoir chez eux un animal peu commun.

Les reptiles sont de plus en plus recherchés, plus pour leur originalité que pour leurs réels contacts avec l'homme. Leurs conditions d'entretien sont très particulières, souvent dans un terrarium. Il suffit de visiter une animalerie pour comprendre le phénomène. Les NAC sont devenus un vrai business où l'on trouve de tout et n'importe quoi.

L'augmentation des achats est avant tout dû à un désir de changement ou d'originalité. Le marché des NAC poursuit son ascension et cela comprend, outre l'achat de l'animal, tous les accessoires et matériels nécessaires à leur maintien en captivité. De plus, ces animaux aiment déguster leurs proies vivantes ; il est donc vivement recommandé d'élever en plus des souris à côté. Vétérinaires et laboratoires pharmaceutiques se spécialisent de plus en plus dans ce domaine. On assiste donc à la mise en place d'un véritable marché comparable à celui existant pour les chiens et les chats.

Le qualificatif d'animal de compagnie n'est vraiment pas approprié quand il s'agit de reptiles. Il existe un certificat obligatoire qui s'intitule Certificat de Capacité pour l'élevage d'espèces non domestiques, appellation plus proche de la réalité.

Petits à l'achat, certains peuvent devenir très imposants voire dangereux et ne peuvent être conseillés à n'importe qui. Ainsi, si le Python Royal ne dépasse pas les 150 cm à l'âge adulte, il n'en est pas de même pour le Boa Constrictor qui lui, peut dépasser les 3 mètres 50 !

Le site Terrariophilie.fr.st vous comblera si vous êtes résolument contre. D'autres portails, spécialisés dans les animaux de compagnies et les conseils santé en ligne, ont ouvert des rubriques et des forums spéciaux sur les NAC : Animal-services.com, Tropicjungle.net... Que dire du cybercommerce où l'on peut sans difficulté acheter les espèces les plus redoutables (*Dendroaspis*, *Daboia*, *Crotalus*) ?

Dans tous les cas, il faut bien réfléchir avant d'acquérir un tel animal. Par définition, ils ne sont ni chiens, ni chats et certains peuvent être mortels... Pour certains, détenir une couleuvre tropicale ou un Boïdé ne présente guère d'intérêt, le fait de posséder une espèce potentiellement mortelle représente une ascension, un grade supérieur qui, au bout du compte, n'a qu'à dessein d'enorgueillir certains collectionneurs...

Un reptile ne s'apprivoise pas. Bien sûr, les anciens Egyptiens qui étaient les champions de la domestication ont tenté de domestiquer des couleuvres pour se débarrasser des rongeurs. Mais, ils se sont heurtés à une déconvenue concernant les reptiles qu'il s'agisse de serpents ou de crocodiles. Il y aura toujours un gouffre entre animal à sang froid et animal à sang chaud. Il est intéressant de constater que dès leur plus jeune âge, les singes comme les hommes paniquent à la vue d'un serpent. Cette phobie est propre à tous les primates. Depuis toujours, l'un est la proie de l'autre et vice versa. Toutes nos peurs des reptiles plongent dans les racines de notre propre histoire et de nos rapports avec les animaux, mais ces répulsions semblent aujourd'hui périmées pour une partie de la population. En l'an 2000, l'achat de NAC en France représentait 5% de la population totale d'animaux de compagnie.



Surnommée la « femme aux serpents », Nicole Viloteau, à la fois naturaliste et photographe reporter, consacre sa vie aux reptiles qu'elle étudie, sur le terrain de préférence, sous les tropiques (Australie, Afrique, Asie, Amérique du Sud, Madagascar).

Exploratrice solitaire, elle n'hésite pas à faire des milliers de kilomètres et à bivouaquer dans des conditions extrêmes pour concrétiser un idéal sans cesse plus exigeant. Confrontée aux aléas géographiques et climatiques, elle doit aussi faire face aux multiples dangers inhérents aux régions tropicales : maladies, parasites et fièvres en tous genres, bêtes blessées par des braconniers.

En 1971, elle réchappe de justesse à une morsure de crotale au visage grâce à l'intervention de deux médecins, le professeur Raby et le docteur Franc, qui testent sur elle un nouveau médicament à l'époque à base d'héparine. Nicole est diplômée des Beaux-Arts, et la photographie animalière accapare intensément sa vie. Elle dispose d'une impressionnante photothèque, véritable source d'informations et de documentation scientifique. Nicole Viloteau collabore régulièrement avec la presse. Elle publiait notamment, en 1981, dans le Figaro Magazine, un grand reportage intitulé « 20 ans chez les serpents » et, en 1985, deux reportages dans Géo, « Injun-Borr Rorr, île maudite » et « La fiancée du désert ». Elle a reçu à deux reprises le prix Kodak professionnel pour ses reportages.

Sa passion de naturaliste l'emportant sur les peurs et les risques du métier, Nicole Viloteau poursuit ses explorations tous azimuts, et c'est en 1991, lors d'un séjour de six mois en Indonésie, qu'elle étudie les fameux dragons de Komodo qui feront l'objet de deux films, De sang froid et La Femme aux serpents.

La réglementation pour la détention de NAC (annexe p.227)

En France, un certificat de capacité est obligatoire pour la vente mais également, dans certains cas, pour la détention de ces animaux non domestiques. Un arrêté est sorti pour définir les quantités et types d'espèces qui peuvent être détenues par les particuliers. Il détermine également les espèces que peuvent vendre les animaleries. Il y est notamment précisé les espèces pour lesquelles un certificat de capacité est obligatoire (44), dès le premier spécimen. La liste est longue et on peut la consulter sur le site de Legifrance (45).

Parmi les NAC importés sur notre territoire, les espèces venimeuses sont très recherchées par les amateurs de sensations fortes. La présence de ces animaux toxiques est à l'origine d'accidents avec inoculation de venin responsable de tableaux cliniques mal connus en France métropolitaine. Chaque année, le nombre d'envenimations par animaux exotiques semble croître : les premières observations françaises datent du début des années 80 avec, à l'époque, un ou deux cas par an. Depuis, l'équipe médicale du Centre Antipoison de Marseille (CAPM) est consultée régulièrement pour aider à la prise en charge de patients envenimés par leur animal de compagnie favori.

Les espèces de serpents importées concernent tous les types : cobras, crotales, vipères tropicales... Avec de tels animaux de compagnie, le risque d'envenimation sévère est élevé, car de nombreuses espèces possèdent des venins redoutables (neurotoxicité, cardiotoxicité, myotoxicité, perturbations de l'hémostase...) et des appareils efficaces d'inoculation de ces venins. Ainsi, le moindre faux mouvement, ou les quelques petites secondes d'inattention peuvent conduire à une morsure. Il est impossible de décrire en quelques lignes la toxicité de tous les serpents importés en France, car il existe presque autant de tableaux cliniques que d'espèces venimeuses.

Les éleveurs passionnés ne se contentent plus des serpents sauvages actuellement importés. Pour obtenir des couleurs plus chatoyantes ou des comportements plus attractifs, certains collectionneurs n'hésitent plus à pratiquer des croisements entre des espèces proches. Les spécimens obtenus n'auraient jamais pu exister dans la nature. Du point de vue médical, un problème important se pose car ces hybrides venimeux possèdent des venins dont on ne connaît rien, et dont on ne peut prédire la toxicité.

Conséquences en matière d'économie de la santé

En période de politique d'économie de la santé, il paraît peu satisfaisant de constater que le coût pour la société des envenimations par « NAC » est important : les patients envenimés nécessitent plusieurs jours de soins en réanimation ou en service spécialisé. Les dépenses les plus importantes sont cependant liées à l'importation à grands frais de l'antivenin nécessaire pour un patient (anti-venin fabriqué en Thaïlande et importé en urgence de Suisse, ce qui mobilise de nombreuses personnes...). Il n'existe pas en France de structure ayant les moyens financiers et humains pour gérer une banque d'antivenins. La logique voudrait que les éleveurs se procurent les anti-venins pouvant neutraliser les venins de leurs serpents.

Exemple d'une envenimation par un Crotalidé en Haute-Normandie et moyens engagés pour la prise en charge (58)

Le 23 avril 2002 à 22h00, un jeune homme se fait mordre par un de ses serpents mocassins. (figure 98 et 99)



Figure 98 et 99 Agkistrodon Contortrix et répartition géographique

Rapidement son amie appelle le SAMU-Centre 15 de Rouen : « Vite mon copain s'est fait mordre par une vipère... ». Il est 22h30, l'appel provient d'un quartier de Rouen, il fait 8°C à l'extérieur et le nombre d'appels pour intoxication alcoolique aiguë est très important. La probabilité d'une morsure de vipère est très faible. « Il me dit que c'est une *Agkistrodon contortrix* !... ». Le médecin cherche alors rapidement sur Internet la véracité des propos, et des renseignements sur cet animal. Il s'agit d'un Crotalidé originaire du Sud-est des Etats-Unis (fig. détenu illégalement par cet éleveur. Ce serpent mocassin à tête cuivrée, de 90 cm de long, est doté d'un venin particulièrement nécrosant.

Lors d'une manipulation pour nettoyer le vivarium, le serpent a été saisi par un crochet artisanal fabriqué avec un cintre métallique, maintenant la gueule du venimeux à seulement 10 cm de la main de l'éleveur. Le patient a été mordu à l'index droit par son serpent.

Le patient est transporté rapidement au CHU le plus proche. A son arrivée au Service d'Accueil et Urgences (S.A.U), le jeune homme de 24 ans, présente des sueurs et des vomissements. Il n'a pas d'antécédent particulier en dehors d'une allergie à l'Aspirine et au pollen et ne prend aucun traitement. Sa pression artérielle est à 11/8, son pouls à 100/min, sa température à 37°6 et la saturation en oxygène est à 98%. Sa main droite est le siège d'une ecchymose, d'un oedème important et d'une douleur très vive. Le reste de l'examen clinique est normal. La vaccination anti-tétanique du patient n'est pas à jour. Sur la biologie il est noté : une alcalose respiratoire, une kaliémie à 3,3 et une hémostasie normale. La radiographie de thorax ne montre pas de foyer et à l'ECG est analysé avec un rythme sinusal à 90/min, un bloc de branche droit incomplet, des QRS fins et une repolarisation normale. Le Centre Anti-Poison de Lille contacté ne peut trouver de sérum spécifique dans l'immédiat.

Une vaccination anti-tétanique et une sérothérapie sont réalisées. Une corticothérapie et une antibiothérapie à large spectre sont instituées, associées à des antalgiques. La main du patient est immobilisée. Devant les informations fournies par le Centre Anti-Poison et les risques d'hypotension, de CIVD, de rhabdomyolyse, d'insuffisance rénale aiguë et de SDRA (syndrome de détresse respiratoire aiguë), le patient est transféré en réanimation médicale.

Au cours de son séjour, le jeune homme ne présente pas de troubles neurologiques, et reste apyrétique. L'antalgie est réalisée par de l'Acupan® (Néfopam). Le traitement du patient comporte : Amoxicilline-Acide Clavulanique, Enoxaparine Sodique, Folate de Calcium, Oméprazole et oxygène à 3L/min.

A J2, une intervention chirurgicale est pratiquée devant le développement d'un syndrome de loge aux dépens du 2ème doigt. L'incision de décharge est réalisée en latéro-digitale radiale et cubitale de l'index droit. Le pansement est suivi en chirurgie plastique.

En réanimation le patient est stable sur le plan neurologique et hémodynamique. La coagulation est surveillée compte tenu du risque de CIVD. En coopération avec le Centre Antipoison de Lille, le Centre Antipoison de Marseille et le SAMU 22, un sérum spécifique est trouvé dans un élevage, à Saint Briec (22), puis est acheminé par hélicoptère pour être mis à la disposition du patient en réanimation. Devant la bonne évolution clinique et l'absence d'envenimation grave, ce sérum ne sera pas utilisé. Le patient sort à J4 de réanimation avec un traitement antibiotique et antalgique. Il sera suivi en consultation externe de chirurgie.

Les serpents *A. contortrix* sont très peu connus du grand public européen, mais responsables d'un nombre important d'envenimation aux USA (25% du total des envenimations). La littérature ne rapporte pas de cas léta, mais classiquement hémorragies, syndromes de loge, nécroses, rhabdomyolyses et infections. L'inoculation par deux petits crochets d'une taille inférieure à 5 mm de ce venin hémolytique et myotoxique se fait en sous cutané. Le sérum est rarement nécessaire.

D'après la législation française, les animaux venimeux doivent faire l'objet d'une déclaration à la DSV (direction des services vétérinaires) et les propriétaires doivent être titulaires d'un certificat de capacité spécifique. La grande majorité des "N.A.C" ne sont pas dangereux mais les problèmes se posent avec les arachnides, les serpents, les crocodiles et les animaux non venimeux mais très septiques et délabrants par leurs morsures. Malgré tout cela, ce serpent *A. contortrix* est classiquement conseillé aux collectionneurs qui débutent avec les venimeux sur bon nombre de sites Internet...

Cette observation illustre bien le problème posé par l'émergence de la mode des nouveaux animaux de compagnie (N.A.C). La connaissance très souvent incomplète de ces espèces par les médecins ainsi que la difficulté d'acquisition en milieu hospitalier de sérum spécifique d'animaux du monde entier posent des problèmes complexes au sein des services d'accueil et d'urgences et engendrent la mise en place de tout un dispositif très coûteux.

Les envenimations ne sont pas les seuls désagréments apportés par les NAC. Dans la nature ou en captivité, les reptiles sont très souvent les hôtes - définitifs, intermédiaires, accidentels ou paraténiques - de divers parasites externes et internes. Parmi ceux-ci les Nématodes et les acariens - en particulier *Ophionyssus natricis*, l'agent de la gale ophionyssique des ophidiens, comptent parmi les plus fréquents et les plus pathogènes chez ces animaux. Pour éradiquer ces organismes parasites, divers traitements antiparasitaires et acaricides pour animaux domestiques ont été testés de manière empirique chez des reptiles, et certains d'entre eux se sont avérés, au fil du temps, efficaces et généralement peu toxiques chez ces animaux. (22)



Figure 100 Application d'une goutte d'Advocate® sur une tortue terrestre juvénile

L'utilisation de l'association de la moxidectine et de l'imidaclopride (ADVOCATE®) chez les reptiles : la présentation « Spot-on chiens » de ce médicament est efficace contre une grande variété de Nématodes intestinaux et pulmonaires, ainsi que contre les agents de la gale ophionyssique (*O. natrixis*) chez les reptiles (fig.100). Ce traitement a été testé à différentes posologies (jusqu'à 8 fois la dose préconisée chez les chiens, à savoir 10 mg/kg d'imidaclopride + 2,5 mg/kg de moxidectine sur plus de 20 espèces différentes de reptiles et s'avèrerait dénué de toute toxicité.

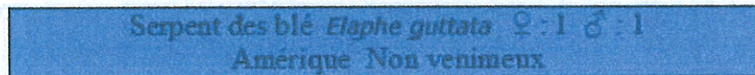
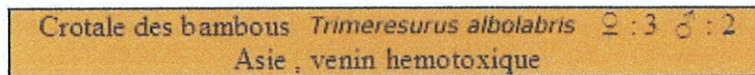
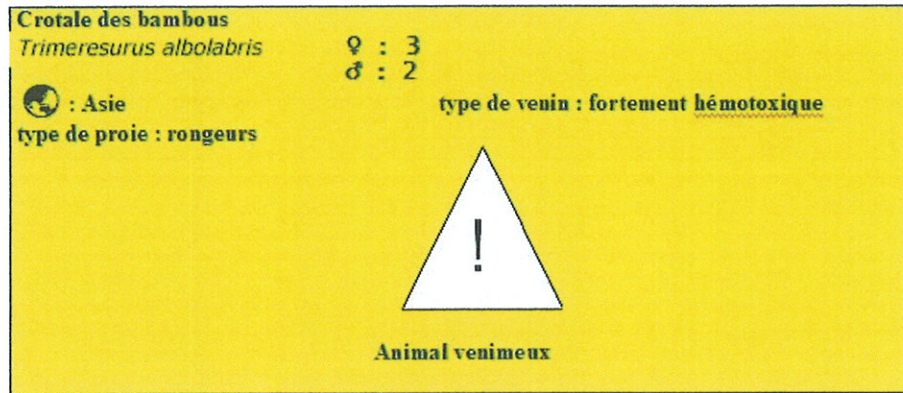
CONSEILS D'UN TERRARIOPHILE POUR L'ELEVAGE DES REPTILES

La pièce d'élevage (11)

Dans la maintenance des serpents venimeux, il est essentiel que le lieu d'élevage soit hermétique, afin d'éviter toutes possibilités d'escapade. D'autre part la sécurité est maximum si la pièce est seulement réservée à l'élevage des reptiles. Cette pièce doit pouvoir être fermée à clef, il en va de votre responsabilité.

Il paraît judicieux d'organiser les terrariums en deux régions, l'une consacrée aux serpents venimeux et l'autre aux reptiles ne présentant pas de danger. Afin d'éviter toutes confusions lors de l'entretien et limiter les mauvaises surprises.

Les terrariums seront étiquetés selon un code de couleur dont la légende affichée sera à l'entrée de la pièce : par exemple, on notera en façade de chaque terrarium, l'espèce, le nombre, le sexe des animaux qu'il contient. On utilisera des étiquettes de couleurs vives pour le venimeux (jaune ou rouge) et bleu par exemple pour les autres reptiles (fig.101)...



Figures 101 Exemple d'étiquetage de terrariums

Sur la légende on précisera le code des couleurs choisi, ainsi que les numéros de téléphone à contacter en cas d'urgence et les conduites à tenir en attendant l'arrivée des secours. Il peut être judicieux de mettre en place un système de fiches expliquant les effets du venin, de la disponibilité des sérums, la répartition géographique et le traitement d'urgence si possible, fiche qui pourra être transmise au secours afin de les aider à avoir une action plus efficace.

Le terrarium (11-23)

Il existe différents types de terrarium, plus ou moins adaptés à l'élevage des serpents venimeux. Les aquariums utilisés en terrarium sont déconseillés. En effet une ouverture frontale est préférable, elle permet entre autres de mettre en place un système d'aérations hautes et basses qui crée un cycle de renouvellement de l'air en évitant les courants d'air.

Dans leur ensemble on respectera les conditions d'installation d'un terrarium classique (décor, température, hygrométrie, etc.). Toutefois étant donné l'aspect dangereux des animaux, il conviendra de respecter certains critères de sécurité. Prenons comme exemple le Mamba vert, espèce arboricole, qui fait partie des espèces des plus venimeuses et que l'on retrouve néanmoins fréquemment dans des lots d'importation. Mettre un tel serpent dans un terrarium dont on respectera la végétation arborescente relève de la folie pure.

Se sentant à l'aise dans un biotope totalement familier, lors de la moindre intrusion dans le terrarium, ce serpent n'hésitera pas à frapper, alors que le terrariophile, trompé par la verdure n'arrivera pas à le surveiller correctement. On maintiendra donc ce serpent dans un terrarium garni simplement de deux ou trois branches (et tant pis pour le plaisir d'admirer un beau terrarium). Cette remarque s'applique bien entendu à toutes les espèces arboricoles et venimeuses (*Trimeresus*, *Bothrops*, etc.).

Le problème est plus simple à traiter avec les espèces terrestres. Quelques blocs de pierre suffiront à délimiter le biotope. On sera particulièrement sur ses gardes avec les serpents sabulaires, dans la mesure où un substrat sablonneux est impératif pour le bien être de ces animaux, mais leur permet aussi de bien se camoufler. Il est indispensable de placer les cachettes de façon à pouvoir facilement localiser chacun des serpents se trouvant dans le terrarium avant toute ouverture du terrarium.

Lorsqu'on planifie la réalisation du terrarium, il faudra s'assurer d'une construction robuste. Il conviendra de la placer sur un support stable et solide. Toutes les ouvertures devront être munies de serrures de sécurité. Il est également conseillé de concevoir le terrarium avec deux compartiments séparés par une glissière. On pourra alors nettoyer alternativement l'une ou l'autre partie en toute sécurité. Etant donné le danger que représentent les serpents venimeux, le ou les terrariums devront impérativement être placés dans un local qui ne sera accessible qu'à la personne qui s'en occupe et bien entendu toujours fermé à clef. S'occuper de ce genre de reptiles demande une grande part de responsabilité envers l'animal, bien sûr, mais également envers soi-même et surtout le voisinage.

Par contre le choix du type de fermeture doit être réfléchi et dépend du serpent.

- Fermeture par vitre unique mise en place à l'aide de ventouses : ce type de fermeture est très pratique, on est certain qu'une fois la vitre mise en place, le terrarium est bien fermé. En revanche pour des terrariums de grande taille la manipulation devient difficile. A mon sens ce type de fermeture n'est pas adapté à la maintenance de serpent rapide et agressif (tels que mamba et boomslang).

- Fermeture par vitres coulissantes : ce type de fermeture permet de garder un bouclier sur au minimum la moitié du terrarium et de choisir la largeur de l'ouverture, par contre, il est indispensable de vérifier que les vitres soient bien fermées et qu'il n'y a pas de substrat coincé dans la glissière, laissant alors un espace pouvant permettre la fuite de son locataire.

Il existe plusieurs systèmes de fermeture : la serrure, du même style que celle visible dans les vitrines des magasins. Elles ont l'avantage de se fermer à clef, en revanche il arrive parfois que lors de la fermeture l'une des vitres se décale légèrement et aboutisse à une fuite, si l'on choisit cette option, il faudra être vigilant à chaque fermeture. L'autre système plus artisanal mais très efficace se compose d'une simple tige de métal pliée venant se placer entre les vitres. Ce système, pour être mis en place, impose que les vitres soient totalement fermées.

- Fermeture à guillotine : ce type de fermeture est très efficace pour les petits terrariums qui accueillent les jeunes serpents. La manipulation de la vitre ne nécessite pas de ventouse (de petite taille, elle se manipule facilement). Les mains sont toujours à l'abri des morsures au moment où l'on retire ou met en place la vitre. Il faut toutefois veiller à vérifier que rien ne gêne la fermeture complète de la vitre.

- Fermetures par porte battante : très pratiques mais leur mise en place est un peu complexe. C'est en revanche l'une des solutions les plus sûres.

Le nettoyage du terrarium (11)

Il est conseillé de sortir l'animal du terrarium pour le nettoyage.

- Pour un serpent arboricole, pas d'autres solutions que celles évoquées dans la partie manipulation. Une fois sorti, enfermez le serpent dans une boîte transparente munis d'aérations.

- Pour un serpent terricole, le plus simple est de prévoir une cachette fabriquée à partir d'une boîte dont l'entrée puisse être fermée de loin à l'aide du crochet. Il n'y a plus alors qu'à sortir la boîte.

La manipulation d'un serpent venimeux (11)

Acquérir un serpent venimeux ne se fait pas à la légère. Il faut être conscient que chaque manipulation, chaque nourrissage, chaque changement de la gamelle d'eau, chaque nettoyage du terrarium, en bref chaque ouverture du terrarium est un risque. Il ne faut jamais oublier que certaines morsures peuvent être mortelles et que d'autres peuvent laisser de graves séquelles. Aussi, le maintien de serpents venimeux est exclusivement réservé à des terrariophiles expérimentés et responsables (et pour la France, titulaires du certificat de capacité). Les amateurs ou professionnels sont toujours mordus lors de manipulations

Très déconseillé mais des cas de force majeure peuvent amener un terrariophile ou un éleveur à manipuler ses dangereux pensionnaires (prélèvement de venin ou déménagement ou encore soins vétérinaires). La plus grande attention est d'extrême rigueur lorsque l'on manipule un reptile de ce genre il faut compter sur son sang froid, sur l'agressivité de l'animal car contrairement aux Boïdés ils ne sont manipulés pour ainsi dire jamais. Or, un venimeux captif est aussi dangereux qu'un animal sauvage puisqu'il peut interpréter comme une agression tout contact direct. Il est important de s'assurer de ne pas être seul lorsque vous allez manipuler un serpent venimeux. En effet l'autre personne pourra prévenir les secours et leur donner des explications sur les circonstances et l'heure de l'accident ainsi que les informations de la fiche du terrarium.

Tous les accessoires auront une place définie et accessible. Les pinces, crochets et autres ustensiles seront rincés après chaque utilisation afin d'éliminer toute trace de venin et éviter la dissémination des micro-organismes et parasites. L'idéal étant d'associer une gamme d'accessoires à chaque terrarium.



Figures 102 et 103 Le crochet à serpent sert à lever le serpent de son substrat et celui-ci peut être attrapé par la tête (17)

Leur tête triangulaire offre une bonne prise (fig.102 et 103) : le pouce et le majeur tiennent le coup de l'animal tandis que l'index se pose sur la région occipitale (crâne), l'autre main assure la contention du corps mais d'une manière générale tous les serpents se tiennent de cette façon à part les atractaspis à cause de leur dentition particulière. Le plus sûr est encore d'avoir une éprouvette sans fond où l'animal va introduire sa tête, limitant tout contact direct.

Le crochet (fig. est l'outil le plus adapté à la manipulation de la majorité des serpents venimeux. Cependant, pour les grands serpents agiles et rapides de type Elapidés, il est préférable d'utiliser un appareil de contention. Pour cela, on fixe l'extrémité d'une lanière sur un bâton. On la fait ensuite coulisser dans deux attaches également fixées sur le bâton.

La lanière forme ainsi une boucle que l'on peut passer au cou de l'animal, puis resserrer tout en restant à bonne distance. La boucle ne doit pas être trop serrée pour ne pas blesser le serpent mais elle doit cependant l'être assez pour qu'il ne puisse pas s'en dégager. Enfin, pour les juvéniles, le plus simple est la pince.

Inutile de dire que pour les cracheurs (*Hemachatus*, *Naja nigricolis*) le port de visière s'impose. La manipulation est donc très déconseillée car elle comporte un danger bien réel.

Le nourrissage (11)

Les proies seront proposées à l'aide d'une pince. Le terrarium doit être refermé dès que la proie a été déposée. Si plusieurs individus sont maintenus dans le même terrarium, il faudra les séparer pour les nourrir. Une boîte en plastique transparente permettra d'éviter de mauvaises surprises à l'ouverture, une fois le repas terminé.

LES RISQUES DE CETTE NOUVELLE MODE DES NAC

Les plus rares du monde

Le colubridé *Alsophis antiguae* est l'un de ces serpents. On ne le trouve que sur l'île d'Antigua (Antilles). En 1985, il ne restait plus que 70 adultes. Son déclin était dû aux rats, qui mangeaient les œufs et les serpenteaux.

Espèces menacées

Boa de Maurice (*Bolyeria multicarinata*)

Boa de l'île Ronde (*Casarea dussumieri*)

Boa de Porto (*Rico Epicrates inornatus*)

Cobra d'Asie centrale (*Naja oxiana*)

Vipère de Schweizer (*Macrovipera schweizeri*)

Vipère de Lafiti (*Vipera lafitii*)

Mesures de protection

Il ne fait aucun doute que les serpents ont besoin d'une aide immédiate, si on veut qu'ils survivent. Le souci croissant de sauver et protéger des espèces en voie de disparition doit désormais inclure la protection des serpents.

Recherche

Elle doit bénéficier des fonds nécessaires pour arriver à combler les nombreuses lacunes sur la connaissance des serpents. Certaines espèces ne sont connues qu'à partir d'une poignée de spécimens.

Réserves naturelles

Le développement des réserves dédiées aux serpents demandera encore bien des efforts, mais les serpents bénéficient d'une protection indirecte, quand ils partagent des habitats avec d'autres espèces en voie de disparition. C'est pourquoi les parcs nationaux et les réserves naturelles sont d'une grande valeur pour aider et protéger les serpents.

Elevage en captivité

Pour certaines espèces, les programmes de reproduction en captivité peuvent constituer la seule solution pour les sauver de l'extinction. Le but de l'élevage en captivité doit être de relâcher les serpents dans la nature, mais, si une espèce est rare par suite de la destruction de son habitat, des mesures de protection efficaces doivent d'abord être prises sur place.

Education

C'est le meilleur instrument de protection. Même si les serpents ne sont pas le principal centre d'intérêt, ils bénéficient d'une approche plus tolérante à l'égard de la faune, d'un mouvement contre l'utilisation des produits d'origine animale dans l'industrie de la mode et du développement de l'écotourisme dans des lieux qui attireraient peu de visiteurs.

Législation

Dans le monde entier, de nombreuses espèces de serpents profitent de quelques lois relatives à la protection des animaux, dont trois règlements : la collecte, le commerce et l'exportation de serpents rares (ou de produits dérivés). Les textes législatifs sont disponibles sur <http://reptiles.passion.free.fr/reglementation/arrete.pdf>

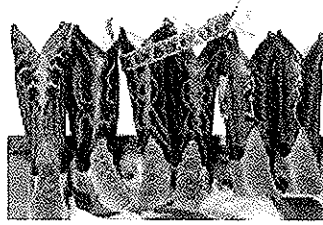


Figure 104 Commerce de peaux

Les peaux de serpents servent à la fabrication de bottes (fig.104), chaussures, ceinture, sacs à main et autres articles de maroquinerie. Plus d'un million sont tués chaque année pour ce commerce, en particulier des pythons et d'autres espèces d'Extrême-Orient.

La plupart des reptiles ont une chair comestible et sont consommés par de nombreuses populations ; l'Iguane délicieux, les serpents marins, les tortues géantes des Galapagos, Aladbra et autres, les tortues marines...

Le trafic de reptiles (tab.19) est le 3ème au monde après celui des armes et de la drogue. Chaque année, 2 à 3 millions de reptiles et d'amphibiens sont concernés par ces trafics illégaux, ceci, dans le but d'alimenter en grande partie les filiales du commerce terrariophile.

Oiseaux		Reptiles				Singes et autres animaux	
Psittacidés	Autres	Caméléons, iguanes, lézards, varans	Crocodiles	Serpents	Tortues	Singes	Divers
942	13	134	1	24	1343	4	18
955		1502				22	

Tableau 19 Répartition des spécimens d'animaux saisis en France en 2002 (chiffres des douanes françaises). (17)

Ce phénomène n'est pas nouveau. (17) : dès la fin des années 90, la mode des animaux exotiques, en pleine expansion, faisait déjà sentir ses effets... Et les douaniers observaient une hausse inquiétante des saisies de reptiles Si depuis 25 ans la Convention de Washington et la CITES régulent le commerce des espèces sauvages, les quotas appliqués aux reptiles font parfois frémir...

C'est par centaines de milliers que des animaux sont capturés chaque année dans leurs milieux d'origine. En 1995 par exemple, les États-Unis ont importé à eux seuls 2,5 millions de reptiles ! il existe heureusement des lignes directrices pour les conditionneurs (annexe

Les scientifiques s'inquiètent de l'impact de tels prélèvements sur les populations sauvages car la captivité est source de trafics commerciaux énormes dont les animaux paient souvent un lourd tribut. La vente d'animaux sauvages rapporte quelque 18,30 milliards d'euros par an (dont 4,6 gagnés par la fraude). En terme de profit, le commerce illicite des espèces sauvages se place juste après celui de la drogue et des armes. Rappelons que le commerce des animaux sauvages représente la seconde cause de raréfaction des espèces après la pollution et la destruction des milieux !!

Voici des chiffres parmi les plus significatifs pour certaines espèces, sur les quotas d'exportations (tab.20) d'animaux vivants de quelques pays tropicaux pour l'année 2003 :

Pays	Espèce concernée	Quotas d'exportation : nombre d'individus
Bénin	<i>Chamaeleo sp.</i> (Caméléons)	15 000
	<i>Python regius</i> (Python royal)	83 000
	<i>Varanus sp.</i>	18 000
Togo	<i>Chamaeleo sp.</i> (Caméléons)	14 000
	<i>Python regius</i> (Python royal)	54 000
	<i>Varanus sp.</i>	20 000
Ethiopie	<i>Chamaeleo sp.</i> (Caméléons)	13 400
Ghana	<i>Chamaeleo sp.</i> (Caméléons)	3 000
	<i>Python regius</i> (Python royal)	47 000
Tanzanie	<i>Chamaeleo sp.</i> (Caméléons)	14 000
Guyane	<i>Caiman crocodilus</i>	10 000
	<i>Iguana iguana</i>	8 400
	<i>Corallus hortulanus</i>	3000
	<i>Corallus caninus</i> (Boa émeraude)	880
	<i>Dendrobates sp.</i>	2 500
Colombie	<i>Iguana iguana</i> (Iguanes)	300 000
	<i>Boa constrictor</i>	18 000

Tableau 20 Quotas d'exportations d'animaux vivants (17)

Tout ceux qui entretiennent le mythe du NAC ne le font, sinon par ignorance, que pour défendre des intérêts personnels. L'affaire malheureusement tourne bien...à grand renfort d'articles de presse, toujours avides de sensations fortes.

Chaque année, 2 à 3 millions de reptiles vivants sont capturés illégalement dans leur milieu naturel pour être revendus...Ces trafics illicites touchent, bien sur, des espèces rares dont la majorité des terrariophiles sont très friands ...

Commentaires

Voici, pour exemple, les chiffres d'affaires de quelques animaleries renommées. (tab.21)

La Ferme Tropicale (Paris)	2002	2001	2000
milliers d'Euros	1 201	755	772
Reptiles-World (Paris)	2002	2001	2000
milliers d'Euros	245	314	208
Savannah (VPC)	2002	2001	2000
milliers d'Euros	967	808	416

Tableau 21 Evolutions des chiffres d'affaire annuels (2000-2001-2002) (17)

Vu la constante progression des gains, on comprend le "boom" des animaux exotiques dans le commerce animalier. Les animaleries classiques, ne voulant pas rater une bonne occasion d'augmenter leur chiffre d'affaires, se sont ruées sur la vente des NAC et produits dérivés... Le vendeur évite souvent de préciser qu'entretenir un reptile coûte cher. Le manque de connaissance des reptiles et invertébrés mêlé à la malhonnêteté de certains conduisent à des dérapages inévitables.

A propos de vente en ligne

Les Sites de vente en ligne d'animaux de terrarium, depuis plusieurs années, sont entrés dans les moeurs chez les éleveurs. Donnant volontairement des allures "sympathiques" à leurs business, certains ont en effet découvert que l'on pouvait faire passer les animaux pour de simples marchandises, et faire ainsi beaucoup d'argent...

Ces sites sont pourtant une aberration la plus totale aux yeux de n'importe quel terrariophile un tant soit peu sérieux même débutant...On trouve des promotions, accompagnées de slogans commerciaux plus ou moins mensongers et destinés à forcer la vente: "occasion a saisir"... "S'appriivoise facilement"...

On trouve des animaux fragiles et qui s'adaptent mal à la captivité : Caméléons ou Tortues de terre exotiques vendues en sous entendant qu'elles s'adaptent à la vie dans nos jardin. Sans compter les animaux mal entretenus, malades, cédés délibérément à des acheteurs inexpérimentés...(fig.105)

Plus grave, on trouve, des animaux dangereux : Mygales, Scorpions, gros Boïdés etc... envoyés également à celui qui veut bien donner son N° de Carte bleue !!

<p>Prix imbatables ! Affaire a ne pas manquer !</p> <p>Geochelone sulcata 150 € seulement...</p> 	<p>PROMO Dragons D'eau</p> <p>S'apprivoise facilement ! Très sympa !</p>  <p>promotion 20 € pièce</p>
---	---

Figure 105 Exemple de vente sur internet (43)

- Savannah et JungleShop sont les plus représentatives du commerce en ligne, elles proposent de plus beaucoup d'animaux d'origine sauvage à la vente.

- Reptilis : on peut lui reprocher les mêmes choses quand au fait de vendre par correspondance des animaux. Seul bon point pour ce site, aucun animal venimeux et tous les serpents sont élevés en captivité.

La grande majorité des terrariophiles vivent dans l'inconscience de la portée négative de leurs pratiques. Quand on choisit d'élever des animaux exotiques, on encourage les commerces source de bien des hécatombes chaque année. Pour des raisons de profit, certains commerçants ont encouragé le phénomène de mode terrariophile en occultant volontairement la vérité et en présentant la terrariophilie comme une pratique "noble"...voir bénéfique pour la faune... Les princes du commerce animalier sont aussi les Rois de la désinformation. Il faut savoir que la marge faite par ce genre d'établissements sur les animaux importés est bien supérieure à celle induite par les animaux nés en captivité qu'ils achètent aux particuliers à prix élevé... Ces bénéfices se font donc majoritairement sur des animaux d'origine sauvage ...On comprend que les importateurs et les animaleries ne souhaitent pas que la lumière soit faite sur les trafics colossaux qui les font vivre.

Les enjeux financiers sont pour eux le plus important, et pas les animaux comme ils le font croire à leurs clients. Beaucoup d'amateurs se sont pris au jeu, se rendant responsables chaque année de la commercialisation de centaines de milliers d'animaux sauvages d'espèces plus ou moins menacées.

Quand on enquête un peu auprès des éleveurs, on rencontre souvent des individus orgueilleux, sans grand sens naturaliste, préoccupés surtout par leur "collection" et pour qui les animaux sont avant tout des objets dont ils sont fiers. Ceux-là veulent en plus transmettre leur "belle" passion...Le nombre de particuliers qui achètent des animaux exotiques avant même de se renseigner sur leur biologie et les méthodes d'élevage est ahurissant. On peut vite s'en persuader, ne serait-ce qu'en visitant les forums de discussion sur Internet... Des problèmes sérieux comme la destruction des biotopes (déforestation, pollution...) font déjà planer sur les populations sauvages des menaces graves. Avec un nombre toujours croissant d'éleveurs, de plus en plus d'espèces sont maintenant reproduites en captivité. On pourrait penser, et c'est d'ailleurs un des arguments favoris des éleveurs, que l'accroissement des pratiques terrariophiles permet de réduire les prélèvements d'animaux dans la nature grâce notamment aux naissances en captivité. Hors, c'est l'inverse qui se passe ! Un rapport récent du WWF (initialement World Wildlife Fund (littéralement, *Fonds mondial pour la vie sauvage*), rebaptisé ensuite World Wide Fund for Nature (littéralement, *Fonds mondial pour la Nature*)) et de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) aux États-Unis montre qu'en dix ans, le commerce des reptiles sauvages a été quadruplé. Il représentait 28% du commerce animalier en 1983, il est passé à 82%. Beaucoup de spécialistes jugent la situation dramatique et estiment que seule une révision de la législation permettra de sauver certaines espèces rares (évidemment les plus convoitées par les commerçants...). Les quotas d'exportation établis par la CITES sont souvent trop larges. N'oublions pas que beaucoup de pays exotiques exportateurs de ces animaux sont pauvres... Difficile d'être impartial quand il s'agit d'une source de revenus qui peut être importante.

Certains sites internet proposent de vendre des venins de provenance garantie (3)

« Tous nos venins sont séchés ou lyophilisés. Les espèces, les origines géographiques et la pureté sont garanties. Tous nos prix sont en Euros. Le transport est gratuit pour toutes commandes supérieures à 900 Euros. Ne pas hésiter à nous contacter pour de grandes quantités ou des venins non listés, nous ferons de notre mieux pour satisfaire vos besoins. »

Elapidae

Dendroaspis angusticeps (Tanzanie)

500mg. : 425 €

1gr. : 680 €

Viperidae

Echis carinatus leucogaster (Mali)

500mg. : 468 €

1gr. : 750 €

Vipera russelli russelli (Pakistan)

500mg. : 194 €

1gr. : 310 €

Crotalidae

Bothrops atrox (Brésil)

500mg. : 194 €

1gr. : 310 €

Crotalus atrox (U.S.A.)

500mg. : 194 €

1gr. : 310 €

Charmeurs de serpents (13)

Les cobras et surtout les cobras indiens sont très utilisés par les charmeurs de serpents. En fait, l'essentiel pour le charmeur est de captiver l'animal par les mouvements de sa flûte. Le serpent est sourd et est donc totalement indifférent à la musique. (fig.106)

Lors de certaines attractions pour touristes, des précautions sont prises et une mangouste en laisse est installée aux pieds des charmeurs.



Figure 106 Un père et son fils charment un cobra

Considérés comme des dieux pour savoir dompter les cobras, mais interdits par une loi de 1972, le million de charmeurs de serpent que compte l'Inde sont accusés de mauvais traitements par les défenseurs des animaux qui veulent les transformer en éducateurs spécialisés dans les reptiles. Cette loi adoptée en 1972 a poussé la plupart des charmeurs hors des villes, par peur de se faire arrêter par la police, les renvoyant dans les villages où ils gagnent beaucoup moins, selon une étude publiée par le fonds privé Wildlife Trust of India. Ils y "jouissent d'un statut de quasi-dieu car ils sont capables de conquérir ces animaux mortels".

Deux fois par an, les charmeurs de serpents s'échappent dans la campagne et le désert aux alentours de Marrakech pour chercher d'autres reptiles et les ramener en ville. Chaque année, environ 400.000 serpents sont retirés de leur environnement naturel pour danser devant les ghaita (flûtes) de charmeurs sous l'œil des touristes ébahis. Mais leur ondulation au rythme de la musique, on la doit à un entraînement cruel dispensé à coups de mauvais traitements physiques. Amputés de leurs crocs vénéreux, ils meurent une fois relâchés dans la nature après six mois et quelques "prestations".

Conscient que des milliers d'Indiens dépendent de ce métier pour vivre, le trust ne cherche pas à leur retirer ce moyen de subsistance. Leurs connaissances pourraient être utilisées pour la conservation des reptiles. Le Fonds propose donc de transformer les charmeurs en "éducateurs aux pieds nus". Embauchés par les centres de conservation de reptiles, ils pourraient partager leurs connaissances sur les animaux, le venin et la médecine traditionnelle capable de guérir les morsures. Comme solution alternative, le Fonds suggère également de faire des charmeurs des membres d'ensembles musicaux, ressuscitant ainsi une vieille tradition indienne qui voulait que les charmeurs fassent partie des "Festivals d'Inde", spectacles typiques qui avaient coutume de tourner en Europe et en Amérique du Nord dans les années 80.

Le développement industriel et commercial a souvent fait partir les proies des serpents, les privant ainsi de nourriture. Les serpents sont tués à vue dans de nombreux pays, qu'ils soient venimeux ou non, et des milliers meurent sur les routes. Les serpents sont aussi exploités, principalement pour le commerce des peaux. Quelques-uns sont capturés pour le commerce d'animaux élevés en terrarium, les zoos ou la recherche. Dans certaines régions d'Amérique du Nord, la "chasse aux crotales" est même une activité de loisirs, organisée sous forme de battues.

Avis d'un Psychiatre sur les possesseurs d'animaux dangereux (58),

Supposer une "psychologie type" aux possesseurs d'animaux interdits et dangereux comme les serpents, les mygales ou les crocodiles est une approche dont la pertinence clinique reste discutable. Le problème mérite cependant d'être posé. Ces espèces renvoient en effet aux origines du vivant et ne se prêtent pas aux identifications anthropomorphiques comme chiens, chats, oiseaux ou hamsters, animaux habités a minima par le langage de l'homme (d'où l'expression de Jacques Lacan d'animaux d'"homestiques"). Sur un plan plus anthropologique, ces comportements rappellent aussi les moeurs des sociétés humaines primitives et totémiques avec déification de l'animal dangereux protecteur du clan, culte de son image et même sacrifices humains. Il faut mettre ici à part les éleveurs professionnels, les zoologistes ou les "trafiquants" de ce type d'espèces qui s'y intéressent plutôt pour des raisons financières ou scientifiques, dans un but d'études et d'information du public (vivariums), plus que pour des raisons de réelle fascination personnelle.

Ainsi, donner à manger des souris vivantes, ou mêmes décongelées puis réchauffées au micro-ondes, à un serpent, et le regarder patiemment les engloutir renvoie aux fantasmes de dévoration préœdipiens et même au cannibalisme. S'y ajoute de la part de ces sujets un déni de ces sentiments sinon agressifs au moins ambivalents, envers la société humaine. Cet intérêt pour les espèces venimeuses avec risque mortel rappelle une idéation mégalomane de mise en danger de la vie d'autrui, une fascination pour la mort avec fantasme suicidaire ou a contrario de victoire sur la mort. On retrouve aussi des pulsions sadiques avec prolongements du propre narcissisme des possesseurs qui leur permettent de se rassurer sur le plan existentiel.

En conclusion, l'élection comme objets d'amour par ces sujets de ces animaux archaïques met en cause le statut de l'Autre (autre pour eux : amour préœdipien incorporatif et cannibale, renvoyant à une structure prépsychotique, ou manipulation perverse de la possible peur d'autrui, ou pourquoi pas fétichisme caractérisé). Ceci ne se reconnaît pas comme forcément pathologique vu de l'extérieur et on peut faire le lien avec un grand nombre de comportements individuels camouflés où le fantasme agressif et mortifère reste canalisé dans une vie intime, secrète, d'initiés. Sur le plan relationnel, ces traits de personnalité qu'on pourrait qualifier de "limites" se caractérisent par une conviction inébranlable d'être dans le vrai dans cet investissement que l'on pourrait même qualifier de déviance perverse. Il existe alors une rationalisation étonnée sur l'éventuel dégoût ressenti par les autres.

**APPLICATIONS MEDICALES DES VENINS DES
REPTILES**

Applications médicales de certains venins de reptiles

BATROXOBINE (liste I) (27)

C'est une enzyme à activité thrombinique, agent de défibrination, obtenu à partir du venin du serpent *Bothrops atrox*. Cette protéase hydrolyse les liaisons ARG-GLYC de la chaîne A alpha du fibrinogène, entraîne la libération du fibrinopeptide A, mais pas celle du fibrinopeptide B. Elle provoque une baisse du taux de fibrinogène et une diminution de la viscosité sanguine, ainsi qu'une baisse du taux de plasminogène.

Les indications thérapeutiques sont embolie pulmonaire (*principale*) et thrombose veineuse profonde (traitement) (*principale*). Les effets secondaires sont des réactions d'hypersensibilité, prurit, éruption cutanée, syndrome hémorragique, hématome au point d'injection. Il n'y a pas d'informations pour l'espèce humaine sur la descendance ; il semble ne pas y avoir de pharmaco-Dépendance

Précautions d'emploi : ulcère gastroduodéal (antécédent), accident vasculaire cérébral (antécédent), insuffisance hépatocellulaire sévère, insuffisance rénale sévère.

Contre-indications : syndrome hémorragique, allergie à cette substance, grossesse, intervention chirurgicale récente, ulcère gastroduodéal en évolution, hypertension artérielle sévère, accident vasculaire cérébral récent

Posologie et mode d'administration : dose usuelle par voie intraveineuse :

Dose d'attaque : 30 unités B par 24 heures en 2 perfusions de façon à obtenir un taux de fibrinogène entre 0,5 et 0,2 grammes par litre.

Dose d'entretien : 1/2 unité B par kilo et par jour en 2 perfusions.

On surveille le fibrinogène avant chaque perfusion et on dose les alpha 2 antiplasmines.

La demi-vie est de 3 à 10h. Il y a formation de complexes inactifs avec l'alpha 2 macroglobuline qui sont ensuite métabolisés. L'élimination se fait par voie rénale.

Ces venins qui protègent les neurones (39)

Les venins de serpents intéressent notamment les spécialistes du système nerveux. Dans certaines maladies neurologiques, la conduction du signal est ralentie, voire inexistante. Or, les recherches ont montré que cette altération est liée, pour une large part, à la surexpression des canaux potassium.

Ces portes enchâssées dans la membrane cellulaire peuvent s'ouvrir et se fermer à volonté, selon la concentration d'ions calcium, d'ATP ou encore l'activation de récepteurs de neurotransmetteurs, laissant ainsi passer ou non les ions potassium (K^+) ; ils constituent également l'une des composantes de l'activation des cellules immunitaires, en particulier des lymphocytes B et T.

Des molécules capables de les bloquer pourraient alors apparaître comme d'éventuels agents thérapeutiques. Les dendrotoxines, tirées des venins de serpents, s'avèrent être de puissants inhibiteurs de ces fameux canaux K^+ . Particulièrement sélectif, ce polypeptide serait donc susceptible, sinon d'entrer dans leur composition, du moins de servir de modèle à des activateurs des cellules nerveuses endommagées ou à des immunosuppresseurs.

Venin de reptile contre Alzheimer

Un reptile nord-américain offre de nouvelles chances pour un médicament contre la démence.

Dans le venin du monstre de Gila (*Heloderma suspectum*), les scientifiques ont découvert un agent qui pourrait être utilisé dans la fabrication de médicaments contre la maladie d'Alzheimer. L'entreprise de bio-technologie new-yorkaise Axonyx Inc. a mis au point, à partir de cet agent une préparation nommée Gilatide. Il semble que cet agent aide à renforcer la mémoire par action sur un récepteur du cerveau jusqu'alors inconnu.

À propos du diabète (33-46-59) :

On estime que le diabète concerne quelques 194 millions d'adultes dans le monde et plus de 32 millions en Europe. Près de 90% d'entre eux souffrent de diabète de type 2 induisant une production naturelle insuffisante d'insuline et une réaction insuffisante des cellules à l'insuline.

Le diabète de type 2 atteint généralement les adultes de plus de 40 ans mais progresse actuellement chez des personnes plus jeunes. Selon une étude du Centre américain de contrôle et de prévention des maladies, sur la nutrition et la santé publique, environ 60% des patients diabétiques n'atteignent pas les objectifs d'hémoglobine A1C (moins de 7% selon les directives de l'American Diabetes Association) avec leur traitement habituel.

Lilly et Amylin :

Engagé depuis de nombreuses années dans le traitement du diabète, Lilly offre aux patients des thérapies innovantes pour améliorer leur qualité de vie.

Amylin Pharmaceuticals est une société de biopharmacie engagée dans la découverte, le développement et la commercialisation de médicaments innovants.

Au début des années 1990 on découvrait dans le venin d'un lézard, le monstre de Gila, une protéine qui aide à la digestion et contribue à contrôler le taux de sucre dans le sang des personnes souffrant d'un diabète de type 2.

C'est le Glukagon-like-Peptide, GLP-1 naturel mais qui ne peut pas être utilisé à des fins thérapeutiques car il est détruit par des enzymes en quelques minutes. Plusieurs voies ont été étudiées par les pharmacologues pour prolonger son effet. On a essayé de modifier la structure du GLP-1 de telle manière que le peptide des enzymes ne puisse plus être détruit. De plus on a mis au point un inhibiteur d'enzyme pour bloquer la destruction de GLP-1 et on a cherché des substances imitant les effets de GLP-1 avec un effet prolongé. C'est ainsi qu'on a trouvé par hasard dans la salive du *Heloderma suspectum* un peptide composé de 39 acides aminés, imitant les effets de GLP-1 et présentant une grande similitude avec GLP-1 et qui n'est pas détruit par les enzymes. L'Exenatide est le premier d'une nouvelle classe pharmacologique de médicaments pour le traitement du diabète de type 2 appelée mimétiques de l'incrétine ou incrétino-mimétiques qui a été approuvé pour une utilisation aux États-Unis par la Food and Drug Administration (FDA) en avril 2005 en tant qu'adjuvant pour l'amélioration du contrôle de la glycémie chez des patients diabétiques de type 2 qui n'ont pas atteint un contrôle adéquat après une thérapie par metformine et/ou un sulfamide, deux médicaments oraux utilisés couramment par les diabétiques.

L'Exenatide correspond à l'Exendine-4 synthétique. La Substance fusionne avec le récepteur du GLP-1, secrété après la prise de nourriture, ce qui interagit avec le métabolisme des glucides et active ainsi la sécrétion glucodépendante naturelle d'insuline en réponse à une hyperglycémie, inhibe la sécrétion du glucagon après les repas, ralentit l'absorption sanguine des nutriments car elle ralentit la digestion du bol alimentaire dans l'estomac, ce qui coupe la faim (80% des diabétiques de type 2 font un excès de poids). En revanche, lorsque la concentration sanguine de glucose est basse, la stimulation ne se fait pas. Puisque la stimulation de la sécrétion d'insuline dépend directement de la concentration de glucose, le risque d'hypoglycémie ne se présente pas.

Dans des essais cliniques au long terme, les patients ont obtenu une perte de poids alors que le traitement à base d'insuline s'est traduit par un gain de poids. De plus, l'Exenatide a également la capacité d'induire l'activation de la prolifération de cellules Beta.

Les patients de l'étude de phase 3 qui ont reçu 10 microgrammes d'exenatide deux fois par jour montrent que la substance baisse considérablement l'hyperglycémie post-prandiale et elle influe également positivement sur le taux à jeun ainsi que sur la concentration d'HbA-1C (paramètre reflétant la glycémie moyenne sur une période de trois mois) avec une baisse moyenne de 1,1 % des taux d'HbA1C par rapport aux valeurs initiales (Chez ces patients, la valeur initiale de l'HbA1C était de 8,2% en moyenne). Une réduction du poids de 5,5 kg en moyenne et des améliorations des facteurs de risque cardiovasculaire (dont les lipides, taux de HDL-cholestérol et de triglycérides et la pression artérielle) ont également été observées après deux ans de traitement chez des patients diabétiques de type 2 qui n'obtiennent pas des résultats suffisants avec de la metformine et/ou un sulfamide.

Les effets secondaires les plus courants consistent en une nausée légère à modérée en fonction du dosage. Avec un traitement continu, la fréquence et la sévérité de la nausée ont progressivement baissé chez la plupart des patients et étaient comparables à ceux observés chez les patients pendant les essais contre placebo.

Des informations détaillées sur ce médicament sont disponibles sur le site internet de l'Agence européenne du médicament (EMA) <http://www.emea.europa.eu/>

HOMEOPATHIE (5-69-75-78-79-86-87)

La matière médicale homéopathique s'est constituée progressivement à partir des premières données d'expérimentation sur l'homme, dites pathogénétiques, ainsi que des données toxicologiques et cliniques rassemblées par Samuel Hahnemann (1755-1843) et une cinquantaine d'élèves. Dans ses premiers textes, le fondateur de l'Homéopathie se contentait de souligner les symptômes marquants. Lors de l'édition de sa Matière Médicale pure, il a vu la nécessité d'adopter une classification logique, selon l'ordre anatomique par régions et par appareils en séparant les signes généraux et psychiques sans leur accorder cependant une valeur supérieure. Pour lui, la distinction entre symptômes généraux et symptômes locaux était artificielle, tout symptôme étant l'expression d'une réaction générale du malade dans son unité. Le seul critère reconnu était celui de la spécificité, un symptôme banal, commun, pouvant devenir spécifique par son intensité ou sa fréquence. Aujourd'hui, l'homéopathie est peu utilisée dans les envenimations par les reptiles.

Les deux grandes actions toxiques des venins s'exercent sur le système nerveux (action d'inhibition surtout) et sur le sang (décomposition hémolytique avec hémorragies, ictère...). On distingue donc deux grands groupes de venins :

-le groupe des vipéridés, dont le principal remède est Lachesis autour duquel on retrouve *Vipera* et *Crotalus*,

-le groupe des Colubridés dont le principal remède est *Naja* autour duquel gravite *Elaps*.

ESPECES DE REPTILES utilisées en homéopathie et quelques indications

(Les souches homéopathiques remboursées sont soulignées)

-*Agkistrodon piscivorus*, *Ancistrodon piscivorus*, Serpent mocassin d'eau

-*Ancistrodon contortrix*, *Cenchrus contortrix*, *Trionocephalus contortrix*, Serpent à tête cuivrée

On utilise le venin, anticoagulant ; comme celui de *Naja naja*, il agit par destruction de la thromboplastine et inhibition de la transformation de la prothrombine en thrombine ; il est fibrinolytique, contenant un facteur d'agrégation plaquettaire, la phospholipase A2.

Pathogénésie : troubles cardiaques au cours d'une hypertension ; malaises constrictifs anxiogènes, cardiaques, digestifs, respiratoires, gynécologiques, ovaralgie droite.

-*Crotalus atrox*, Crotale atroce

-*Crotalus horridus*, Crotale horrible

Le venin contient :

-des éléments minéraux, surtout du zinc,

-des enzymes inhibiteurs de la coagulation et la phospholipase A ;

-enzyme thrombin-like,

-une sérine-protéase, puissant activateur plaquettaire,

-des toxines dont la plus importante est la crotoxine, composée de crotamine et de crotactine ; cette dernière augmente la perméabilité des petits vaisseaux, contracte les muscles lisses et abaisse la pression sanguine.

Pathogénésie : sang noir incoagulable, atteinte hépatique grave ; action hémorragipare et anticoagulante. Inflammations cutanées ou cellulitiques

-*Crotalus cascavella*, *Crotalus durissus*, *Crotalus Terrificus*, Cascavelle

-Elaps corallinus, Serpent corail

Le venin est myotoxique.

Pathogénésie : rhinites et otites de mauvaise odeur, hémorragie, hémiparésie, tuberculose pulmonaire.

-Heloderma horridus, lézard perlé

On utilise le venin qui se compose de :

- monoamine oxydase, sérotonine, catécholamines ;
- phospholipases, sans activité phospholipase A2, protéolytique, hémorragique, hémolytique ;
- phospholipase A2
- hélotermine, toxine

Ce venin provoque léthargie, paralysie partielle, diminution de la température corporelle avec sensation de froid, cyanose, douleurs généralisées sans contractures accompagnant un déficit moteur et des tremblements ; il a une activité phospholipase B et contient un facteur de croissance NGF (Nerve Growth Factor).

Pathogénésie : algidité, douleurs, paralysie.

-Hydrophis cyanocinctus

-Lachesis alternatus, Bothrops alternatus, Urutu

-Lachesis lanceolatus, Bothrops lanceolatus, Bothrops fer de lance

On utilise le venin lyophilisé, dont les principaux composants sont des inhibiteurs de la thrombine et une protéine anticoagulante.

Pathogénésie : thromboses, hémorragies.

-Lachesis mutus, Lachesis trigonocephalus, Lachesis muet, Surucucu

On utilise le venin dont les effets des composants s'opposent parfois

- kallistéine, hypotensive,
- phospholipase A2,
- une protéine coagulante, thrombin-like,
- au moins un facteur hémorragipare capable de lyser le fibrinogène et la fibrine.

Pathogénésie : hyperémie, hyperesthésie, jalousie, ménopause, alcoolisme, intoxication, œdème, hémorragie, thrombose.

-*Naja naja*, *Naja tripudians*, *Cobra*, *Cobra capel*

On utilise le venin qui contient :

- 2 neurotoxines et 2 cardiotoxines,
- 1 toxine à activité cytolytique in vitro,
- phospholipase A,
- acétylcholinestérase

Pathogénésie : douleur cardiaque, oppression thoracique, angine de poitrine et infarctus du myocarde, valvulopathies, bradycardie, spasmes, palpitations, toux spasmodiques, pulsion suicidaire.

-*Naja nigricollis*, *Cobra nigricollis*, *Cobra cou noir*

-*Sepeidon haemachatus*

-*Vipera aspis*, *Vipera redi*, *Vipère aspic*

-*Vipera berus*, *Vipera torva*, *péliade*, *vipère commune*

On utilise le venin de *V. berus* et *V. aspis*.

On trouve :

- un activateur du facteur X dans le venin de *V. aspis* ;
- une protéine hémorragipare contenant un atome de Zn dans le venin de *V. berus*.

Pathogénésie : phlébite et périphlébite ; œdème, inflammation cutanée, cellulitique ou veineuse aiguë ; hépatite aiguë, ictère hémolytique, paralysies.

-*Vipera russeli*, *Daboïa*, *Vipera daboïa*, *Vipère de Daboïa*

CONCLUSION

CONCLUSION

N'est-ce pas en Grèce antique que naquit la légende du serpent guérisseur dont le temple sacré se trouvait à Epidaure ? Le rayonnement de la culture grecque gagna Rome et avec lui le culte du serpent guérisseur envahit l'Europe sur les pas des légionnaires ; quoi d'étonnant alors que l'attribut actuel du service de santé soit le serpent se mirant dans le miroir de la prudence ?

Pendant des siècles, les serpents ont été considérés comme étant les symboles du mal et de la ruse, objets de crainte, voire de répulsion, parfois symboles de la sagesse. Le serpent est ainsi décrit dans le récit biblique familier, comme ayant joué un rôle important de l'exil forcé d'Adam et d'Eve, du Jardin d'Eden. Cependant, dans différents pays, les serpents furent et sont encore vénérés dans certaines civilisations.

Il est heureux de constater que depuis quelques années des lois et législations de plus en plus sévères contribuent à freiner voire stopper les prélèvements excessifs dans la nature. Aujourd'hui, ils sont généralement commercialisés pour trois usages : le trafic de spécimens vivants, à destination des zoos, des ménageries et des terrariums les animaux de compagnie importés par les animaleries à destination des terrariophiles, les cuirs et les peaux destinés à la maroquinerie (bottes et chaussures diverses, portes monnaies, sacs à main, etc.), et l'utilisation des venins dans la recherche médicale : de tous temps, ces animaux ont été utilisés en médecine et en pharmacie ; l'évolution de nos connaissances sur les venins, l'étude de l'action physiologique de leurs composants, permettent maintenant de les mettre à la disposition des thérapeutes.

Actuellement, les derniers représentants d'un monde extraordinairement varié, offrent une diversité d'organisation et des particularités de mœurs susceptibles de satisfaire la curiosité de l'amateur ou l'intérêt du spécialiste. Les services de toute nature qu'ils rendent à l'Homme doivent aussi faire pencher la balance, afin que des destructions massives et inconsidérées ne viennent encore ajouter quelques noms nouveaux à la longue liste des espèces que l'Homme a fait définitivement disparaître de la surface du globe. Au même titre que les autres espèces animales, les reptiles font partie du capital que la nature a offert à l'Humanité et dont le respect et la protection, sous toutes ses formes, même celle d'un serpent venimeux, est l'un des devoirs les plus impérieux et les plus dignes de l'Homme civilisé.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE INTERNET

1-<http://allthatwewant.over-blog.com/article-5672141.html>

(Page consultée en 06/2007)

2-<http://classes.bnf.fr/ebstorf/arret/serpents.htm>

(Page consultée en 06/2007)

3-<http://france.aurga.com/snake.htm>

(Page consultée en 06/2007)

4-<http://fr.wikipedia.org/wiki/>

(Page consultée en 06/2007)

5-<http://homeoint.org/seror/lexique/lexhombb.htm>

(Page consultée en 06/2007)

6-http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_57-58/010025259.pdf

(Page consultée en 06/2007)

7-http://medecinetropicale.free.fr/cours/envenimation_terrestre.htm

(Page consultée en 06/2007)

8-<http://membres.lycos.fr/dragosaure/dino/dino.html>

(Page consultée en 06/2007)

9-http://onirym.online.fr/v3/symbolique_serpent.php

(Page consultée en 06/2007)

10-<http://remacle.org/bloodwolf/faulx/Virgile/1virg6.htm>

(Page consultée en 06/2007)

11-<http://reptiles.passion.free.fr/>

(Page consultée en 06/2007)

12-

<http://sea.unep-wcmc.org/isdb/CITES/Taxonomy/tax-species-result.cfm?Genus=Heloderma&Species=suspectum&source=animals&displaylanguage=fr&tabname=distribution>

(Page consultée en 06/2007)

13-<http://site.voila.fr/serpent-reptile/>

(Page consultée en 06/2007)

14-<http://snake8.free.fr/>

(Page consultée en 06/2007)

15-<http://squamata.free.fr/venimeux.htm>

(Page consultée en 06/2007)

- 16-<http://taurus.unine.ch:8080/icd10?term=&select=10060>
(Page consultée en 06/2007)
- 17-<http://terrariophilie.chez-alice.fr/terrariophilie.html>
(Page consultée en 06/2007)
- 18-<http://venimologia.oldiblog.com/>
(Page consultée en 06/2007)
- 19-<http://worms4.jed.st/galerie/galerie.htm>
(Page consultée en 06/2007)
- 20-<http://www.adrenaline112.org/urgences/DUrge/DPhys/Morsures.html>
(Page consultée en 06/2007)
- 21-<http://www.and.s.dz/ipa/venin.htm>
(Page consultée en 06/2007)
- 22-http://www.animauxexotiques.com/lezards/especes/monstre_gila.htm
(Page consultée en 06/2007)
- 23-<http://www.aquarium32.com/FR/Articles/Terrario/Serpentsvenimeux.htm>
(Page consultée en 06/2007)
- 24-<http://www.aufuret.ch/animaux/reptiles.htm#1>
(Page consultée en 06/2007)
- 25-<http://www.batraciens-reptiles.com/>
(Page consultée en 06/2007)
- 26-<http://www.bestioles.ca/reptiles/viperes.html>
(Page consultée en 06/2007)
- 27-<http://www.biam2.org/www/Sub268.html#SubEffet>
(Page consultée en 06/2007)
- 28-<http://www.chu-rouen.fr/ssf/envir/morsureetpiqueinsecte.html>
(Page consultée en 06/2007)
- 29-<http://www.cites.org/fra/>
(Page consultée en 06/2007)
- 30-<http://www.dimdi.de/static/en/klassi/diagnosen/icd10/htmlfren/fr-icd.htm?gx20.htm+>
(Page consultée en 06/2007)
- 31-<http://www.dinosoria.com/>
(Page consultée en 06/2007)
- 32-<http://www.e-equateur.com/faune.php?p=lezards>
(Page consultée en 06/2007)

- 33-<http://www.emea.europa.eu/humandocs/PDFs/EPAR/byetta/H-698-PI-fr.pdf>
(Page consultée en 06/2007)
- 34-<http://www.gazettelabo.fr/2002archives/breves/2005/1005/diabete.htm>
(Page consultée en 06/2007)
- 35-<http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/2731/francais/serpents/Venim.htm>
(Page consultée en 06/2007)
- 36-http://www.guyanecho.com/dossiers/dossier_61_morsure+serpent.html
(Page consultée en 06/2007)
- 37-<http://www.helomonster.de/html/description.html>
(Page consultée en 06/2007)
- 38-<http://www.iata.org/NR/rdonlyres/2A1A28EA-C6B8-4A41-B855-ACD52213A20C/0/LAR63French.pdf>
(Page consultée en 06/2007)
- 39-<http://www.infoscience.fr/expo/canaux.html>
(Page consultée en 06/2007)
- 40-http://www.infovisual.info/02/018_fr.html
(Page consultée en 06/2007)
- 41-<http://www.inrp.fr/Acces/biotic/evolut/phylogene/documentation/html/classverteb.htm>
(Page consultée en 06/2007)
- 42-http://www.interbible.org/interBible/decouverte/comprendre/2005/clb_050408.htm
(Page consultée en 06/2007)
- 43-http://www.jungleshop.fr/article.php3?id_article=728
(Page consultée en 06/2007)
- 44-<http://www.lafermedesreptiles.fr/>
(Page consultée en 06/2007)
- 45-<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=DEVN0430297A#>
(Page consultée en 06/2007)
- 46-
http://www.lifescaneurope.com/fr/education/reuters/20070403elin028_fr/?jsessionid=GNGQNXNH3CJLACUCERDR0GQ
(Page consultée en 06/2007)
- 47-<http://www.li.lv/fr/?id=15>
(Page consultée en 10/06/2007)
- 48-<http://www.mythegypte.free.fr/cleopatre.htm>
(Page consultée en 06/2007)

- 49-<http://www.ordre.pharmacien.fr/upload/Syntheses/128.PDF>
(Page consultée en 06/2007)
- 50-<http://www.reptilium.ca/serpents.html>
(Page consultée en 06/2007)
- 51-<http://www.reptilesdumonde.ch/public/page16.php>
(Page consultée en 06/2007)
- 52- <http://www.reptilesmaroc.com/>
(Page consultée en 06/2007)
- 53-<http://www.reptilia-amphibia.net/fr/>
(Page consultée en 06/2007)
- 54-<http://www.reptimania.com/>
(Page consultée en 06/2007)
- 55-<http://www.santetropicale.com/resume/123908.pdf>
(Page consultée en 06/2007)
- 56-<http://www.secourisme.net/spip.php?article111>
(Page consultée en 06/2007)
- 57-<http://www.serpents.info/def.html>
(Page consultée en 06/2007)
- 58-<http://www.somednat.org/site/spip.php?article16>
(Page consultée en 06/2007)
- 59-<http://www3.sympatico.ca/dneige/vert/arc20040104.htm#BlogID56>
(Page consultée en 06/2007)
- 60-
<http://toxinfo.org/frameset.php?inhalt=menu.php%3Fclass=23&hauptframe=/antivenoms/index.html>
(Page consultée en 06/2007)
- 61-<http://www.tropiquarium.ch/nosanimaux.htm>
(Page consultée en 06/2007)
- 62-http://www.unep-wcmc.org/species/sca/pdfs/CITES_checklist/F_appendices.pdf
(Page consultée en 06/2007)
- 63-<http://www.unige.ch/presse/communiqu/05-06/1117venins.htm>
(Page consultée en 06/2007)
- 64-http://www.venomdoc.com/downloads/2005_BGF_Nature_squamate_venom.pdf
(Page consultée en 06/2007)

65- <http://www.vet-lyon.fr/>
(Page consultée en 06/2007)

BIBLIOGRAPHIE

66-BAILENGA J. Evolution de l'organisation animale. Paris, Masson, 2001. p.1-9 ; p.57-59 ; p.113-119 ; p126-147. 191p.

67-BON C. et al. Les venins. 225p.Paris

68-CORTEZ C. Les principaux reptiles des Pyrénées-Atlantiques. Importance particulière des vipères, leur envenimation, leur traitement. Thèse de doctorat en pharmacie. Université Bordeaux 2- Victor Segalen. 2001. 110p.

69-Demarque et al. Pharmacologie et matière médicale homéopathique. France, 2^{ème} édition, 1995, Boiron, 466p.

70-ECKERT R. et al. Physiologie animale. Mécanismes et adaptations. Paris, De Boeck Université S.A., 4^{ème} édition, 1999. p.631-632. 822p.

71-SORKINE M. Les morsures de serpents en France : aspects cliniques, biologiques et thérapeutiques. Envenimations. Paris : 1996. p.83-94. 114 p.

72-AUDEBERT F., BON C., CHOUMET V. et al. Pharmacocinétique du venin et mécanisme de l'immunothérapie. Envenimations. Paris : 1996. p.95-102 114 p.

73-BIAO T., KETTERLE J., LANG J. et al. La morsure de serpent (*Bothrops lanceolatus*) en Martinique : effets de la perfusion précoce d'un sérum antivenimeux F(ab')₂ spécifique de l'évolution de l'envenimation. Envenimations. Paris : 1996. p.103-114 114 p.

74-GRASSE P-P. Zoologie, vertébrés. Paris, Masson, 3^{ème} édition, 1996. p.18 ; p.84-98. 198p.

75-GUERMONPREZ M., PINKAS M., TORCK M., Matière Médicale Homéopathique, France, 2003, Ed. Boiron, 2^{ème} édition, 3^{ème} impression, 559p.

76-GUIBE J. Que sais-je, les reptiles. Paris : Presses universitaires de France. 1962. 125p.

77-HEURTAULT J., GOYFFON. La fonction venimeuse Paris, Masson 1994 285p.

78-HODIAMONT Dr. Venins et remèdes du règne animal en homéopathie Paris : Ed. Similia 1957 153p.

79-KOLLISTCH P., Homéopathie Matière Médicale Thérapeutique, Genève, 1989, Ed. Hélios, 859p.

80-MATZ G., WEBER D. Guides des amphibiens et reptiles d'Europe, les 173 espèces européennes. Paris. Delachaux et Niestlé. 1999. 292p.

81-MYON G., GOYFFON M. Les envenimations graves. Paris : Arnette, 2000, 164 p.

82-PICAUD J-L., BAEHR J-C., MAISSIAT J. Biologie animale, vertébrés. Paris, Ed. Dunod 2004, p.3-4 ; p.34-38 ; p.48-53. 298p.

83-RCP de VIPERFAV®

84-Société herpétologique de France, serpents, venins, envenimations Paris Ed. Fondation Marcel Mérieux 1987

85-VIDAL 2007

86-VOISIN. H, Matière médicale du praticien homéopathe. Paris, 2^{ème} édition, 1996, éd. Maloine, 1359p.

87-ZISSU R., GUILLAUME M., Fiches de matière médicale homéopathique, France, 1999, Ed. Boiron, 602p.

ANNEXES

ANNEXES

La valeur symbolique du serpent dans le récit de Gn 3 (42).

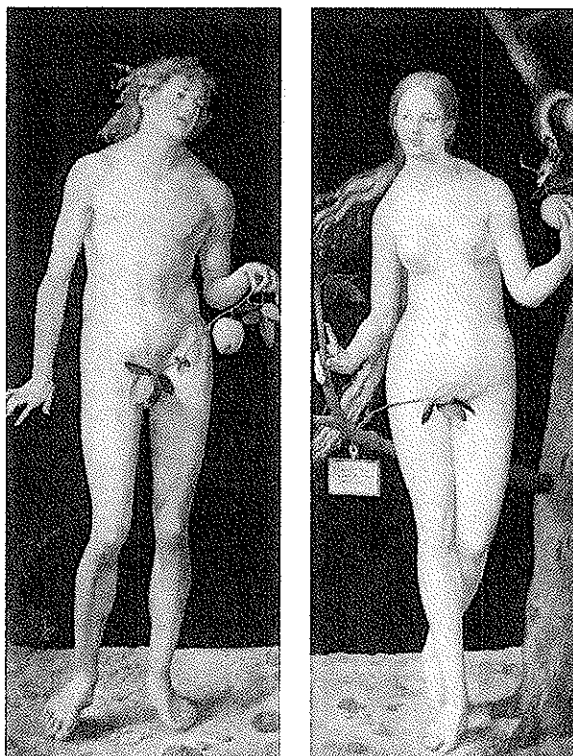


Figure 107 Adam et Ève (4)

Comment se fait-il que tout être humain est secrètement et mystérieusement attiré par le mal? La conclusion du récit est qu'il y a dans l'être humain une espèce de blessure non voulue par le Créateur qui lui fait considérer les choses d'un mauvais angle et donc considérer bien ce qui en fait est mal.

L'homme et la femme étaient nus et ils n'en avaient pas honte (fig. 107). Dans la Bible, la nudité n'est jamais sexuelle ; elle a toujours la connotation de « pauvreté, limite, faiblesse, honte, perte de dignité ». Cela signifie que l'harmonie est parfaite, que la relation est ouverte et authentique, dans le respect des limites de chacun. Cette situation idéale aurait pu durer à l'infini, si un agent extérieur n'était intervenu : le serpent. « Le serpent était le plus rusé de tous les animaux des champs que Dieu avait faits » (Gn 3,1). Le serpent est donc un des animaux créés par Dieu, à qui l'homme a donné un nom. Mais seulement il est fourbe et rusé, mais il est « le plus rusé ». C'est lui qui va attaquer l'humain pour lui rappeler ses limites. Ce lien entre l'humain et le serpent est souligné grâce à un jeu de mots qu'aime le rédacteur yahviste. Les humains sont *arummim* « nus », alors que le serpent est *arum*, « rusé ».

Quand le texte dit que le serpent est le plus rusé, c'est ambigu. Cela pourrait signifier positivement qu'il est « le plus sage, le plus prudent », ou négativement qu'il est « le plus rusé, le plus fourbe ».

Il y a une double signification dans le récit de l'Éden : le serpent promet la connaissance et la vie, mais malheureusement il ne donnera qu'une pauvre connaissance et la mort. L'identification du serpent avec le démon ou Satan n'est pas dans le sens de l'auteur et a été développée tardivement dans la tradition biblique.

Le serpent parlait avec la femme parce qu'elle est plus curieuse ou plus faible... ou plus bavarde; ce faisant, il aurait plus de chance de succès. De là vient malheureusement la représentation d'Ève la tentatrice qui a perverti Adam innocent. Mais les féministes ont répondu que l'unique personnage qui parle et pense dans le récit, c'est justement la femme; l'homme ne fait que lui obéir. La véritable raison est plus simple et sans doute pas polémique : puisque le serpent est symbole de vie et de fécondité, il est logique qu'il parle à la femme.

Il existe de nombreuses significations attribuées aux serpents

Symbole de la terre : Le serpent, dépourvu de pattes, le corps tout entier collé au sol, s'abritant sous terre, est considéré assez universellement comme le symbole de la Terre Mère.

Symbole de l'eau : Le serpent, créature parfois aquatique, représente parfois l'Esprit de l'Eau. La vouivre (*wyvre*) est une femme-serpent aquatique dans la mythologie celtique.

Symbole de la connaissance : Messager de la Terre, il apporte aux hommes la clef des mystères naturels, la connaissance, et donc la sagesse, et devient le symbole des sciences.

Symbole du Mal : de par sa symbolique de connaissance, le serpent est devenu le Tentateur des hommes qui la recherchent, et bravent Dieu qui leur interdit. C'est au Moyen-Âge que Satan, métamorphosé en serpent, fut désigné responsable du péché d'Ève et de la chute de l'homme.

Dieu créateur : Le serpent comme créateur apparaît dans diverses mythologies, chez les aborigènes australiens, les Dogons du Mali, par exemple, ou chez les Massim de Papouasie, où il protégea le feu, civilisateur, des déluges de Goga, déesse de la pluie. Dans l'Égypte antique, Atoum, dieu-serpent, est le premier à avoir émergé des eaux primordiales, et a engendré le monde. Le *Livre des Morts* lui fait dire : «*Je suis ce qui demeure...Le monde retournera au Chaos, à l'indifférencié, je me transformerai alors en serpent qu'aucun homme ne connaît, qu'aucun dieu ne voit !*» En Chine, un mythe de création fait intervenir Nü Gua, descendue du ciel sur la terre, et qui créa les humains à partir de boue.

Symbole d'immortalité et de Renaissance : Comme d'autres animaux, qui entrent sous terre comme on enterre les morts, et en ressortent, les serpents sont symboles de renaissance, et d'immortalité. Quetzalcoatl, ou «Serpent à plumes», chez les Aztèques, était un dieu de la mort, mais aussi de la Renaissance.

Ouroboros (9-34)

Quand il se mord la queue, comme dans certaines de ses représentations, par exemple l'"Ouroboros", il est le symbole du cycle infini de la vie et de la mort. Il se retrouve non seulement en Grèce antique mais aussi dans de nombreuses civilisations sous un autre nom ; ainsi, le serpent qui enserme, en quelque sorte, l'entière création entre ses anneaux, entoure et comprend tout ce qui est, emblème de toute perfection. C'est aussi Midgardsormr , le Grand Serpent de la mythologie Nordique qui vit dans la "Grande Mer" primordiale qui entoure le monde du milieu (Midgard, d'où son nom), la terre des hommes au centre de laquelle se trouve la terre des dieux, Asgard. Au delà de la Mer et des anneaux protecteurs de Midgardsormr se trouve Utgard où sont les puissances mauvaises et destructrices, les Géants et les Forces du Chaos ; en mordant sa queue il assure au monde humain sa cohésion et sa solidité. Au centre de ce monde conçu comme un gigantesque fuseau se retrouve l'axe du monde, Yggdrasil, le grand Arbre Sacré qui peut-être le Grand Serpent lui-même parce qu'il est parfois appelé Jörmungandr (Baguette magique/géante) comme Midgardsormr dont la fonction est la même : assurer la cohésion de l'Univers, sans lui c'est le Ragnarök.



Figure 108 Serpent qui se mord la queue et symbolise un cycle d'évolution refermé sur lui même. Ouroboros (34)

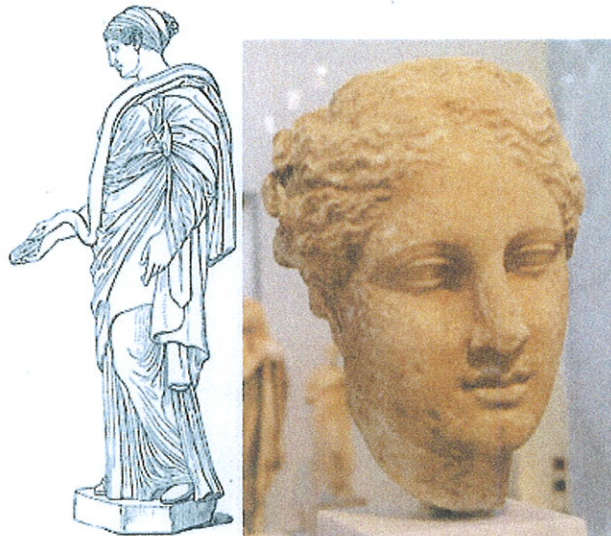
Ce symbole indique aussi les idées de mouvement, de continuité, d'autofécondation et en conséquence, d'éternel retour. La forme circulaire de l'image (fig.108) a donné lieu à une autre interprétation : l'union du monde terrestre figuré par le serpent, et du monde céleste figuré par le cercle. Cette interprétation serait confirmée par le fait que l'ouroboros, dans certaines représentations serait moitié noir, moitié blanc.

Il signifierait ainsi l'union des deux principes opposés, soit le ciel et la terre, le bien et le mal, le jour et la nuit, le Yang et le Yin et toutes les valeurs dont ces opposés sont les porteurs. Le serpent qui se mord, la queue, en dessinant une forme circulaire, rompt avec une évolution linéaire, marque un changement tel qu'il semble émerger à un niveau d'être supérieur, le niveau de l'être céleste ou spiritualisé.

Il transcende ainsi le niveau de l'animalité, pour avancer dans le sens de la plus fondamentale pulsion de vie ; mais cette interprétation ascendante ne repose que sur la symbolique du cercle. Au contraire, le serpent qui se mord la queue, qui ne cesse de tourner sur lui même, s'enferme dans son propre cycle, la roue des existences comme condamné à ne jamais échapper à son cycle pour s'élever à un niveau supérieur, le cercle indéfini des renaissances. L'ouroboros symbolise : "la fin des temps".

Actuellement nous sommes à la fin du cycle des temps de l'humanité, pour débiter un nouveau cycle libéré de l'emprise du serpent terrestre (le matérialisme).

Des statues d'Hygie (fig.109 et 110) ont été attribuées entre autres à Scopas, Bryaxis, et Thimoteos. Elle est représentée couronnée de laurier et tenant un sceptre de la main droite, comme reine de la médecine. Sur son sein est un serpent à plusieurs replis, qui avance la tête pour boire dans une coupe qu'elle tient de la main gauche.



Figures 109 et 110 Statue d'Hygie et portrait d'Hygie attribué à Scopas, provenant de Tégée, Musée national archéologique d'Athènes

Ariphron, artiste et musicien de Sicyone du IV^e siècle av. J.-C. lui adressa un hymne célèbre. Dans l'Encyclopédie française du XIX^e siècle, on la décrit comme : « [...] une jeune nymphe, à l'œil vif et riant, au teint frais et vermeil, à la taille légère, riche d'un embonpoint de chair, mais non chargée d'obésité, portant sur la main droite un coq et de l'autre un bâton entouré d'un serpent, emblème de la vigilance et de la prudence. »

Culte

Bien que le culte d'Hygie ait été célébré localement dès le VII^e siècle av. J.-C., il ne commença à se répandre plus largement que lorsque l'oracle de Delphes la reconnut (ce fut fait après une épidémie de peste qui dévasta Athènes entre 429 et 427 av. J.-C.). Rome la reconnut pour sa part en 293 av. J.-C. Les temples principaux la célébrant ont été élevés à Épidaure, Corinthe, Cos et Pergame.

Pausanias remarqua parmi les statues d'Hygie, dans un temple d'Asclèpios, à Sicyone (fondée par Alexanor, petit-fils d'Asclèpios), que l'une d'elle était couverte d'un voile et que les femmes de cette ville lui dédiaient leur chevelure. Si on en croit les inscriptions, des sacrifices similaires étaient pratiqués à Paros.

Cléopâtre (48)

Célèbre pour son nez et sa beauté légendaire, la dernière reine d'Égypte se distingue par son destin hors du commun qui fut mêlé à ceux de César et de Marc Antoine. Aussi habile séductrice que fin politique, Cléopâtre lutta pour sauvegarder une civilisation millénaire à laquelle elle était particulièrement attachée.

La descendante des Ptolémées

Née en -69 avant JC et fille de Ptolémée XII, Cléopâtre nourrit le rêve de ressusciter la splendeur de l'Égypte pharaonique. Elle est la septième princesse à porter ce nom qui signifie "la gloire de son père". Cléopâtre veut monter sur le trône et renouer avec les antiques traditions mais elle n'est pas populaire et compte de nombreux ennemis à la cour. En -51 avant JC son père meurt. Elle épouse son demi-frère qui l'écarte bien vite du trône. Mais c'était sans compter sur la détermination et l'ambition de la jeune femme...

Un charme irrésistible

L'Égypte est sur le déclin et la splendeur de la civilisation pharaonique n'est plus qu'un souvenir. Le palais royal se trouve à Alexandrie, ville et port puissant situé au bord de la Méditerranée. En réalité, Cléopâtre ne fut pas aussi belle que prétend la légende. En revanche elle ne manquait pas de charme. Elle séduisait par son intelligence, son esprit vif, sa culture raffinée et son humour délicat. Elle maîtrisait parfaitement la langue égyptienne et de nombreuses autres langues étrangères. César, qui étend chaque jour un peu plus son territoire et conquiert de nouveaux pays, s'arrête aux portes d'Alexandrie. Séduit par la brillante Cléopâtre, il lui laisse le trône d'Égypte et lui donne un fils nommé Ptolémée-Césarion.

En -46 avant JC elle se rend à Rome dans "les jardins de César" que l'on appelle aujourd'hui le palais Farnèse. Le peuple romain voit d'un très mauvais œil la reine égyptienne et lorsqu'en -44 avant JC César est assassiné elle doit quitter Rome et retourner en Égypte. César laisse deux prétendants au pouvoir : Octave et Marc Antoine. Eperdument amoureux de la belle, ce dernier se laisse séduire par les fastes que lui offre la vie en Égypte. Cléopâtre, elle, n'a pas délaissé son désir de retrouver les anciennes traditions et la splendeur du temps passé. Elle œuvre activement : elle réforme le système monétaire, assainit le commerce, brise les monopoles et fait resurgir l'Égypte sur la scène internationale. Marc Antoine lui donne trois enfants : Alexandre-Hélios, Cléopâtre-Sélène et Ptolémée Phila-Delphe. Cléopâtre s'identifie à Isis et Antoine à Osiris-Dionysos, ainsi ils forment un couple royal à l'égyptienne.

La fin d'un rêve

Octave et Marc Antoine décident de se partager le monde : l'occident pour Octave et l'Orient pour Antoine. Mais pour sceller ce pacte Antoine se voit obligé d'épouser Octavie, la demi-sœur de son concurrent. Eperdument amoureux de la reine égyptienne, Antoine cède à ses avances et se marie avec elle. Octavie lui lance alors un ultimatum : soit il quitte Cléopâtre, soit il devient officiellement l'ennemi de Rome. Il rejoint alors Cléopâtre et prépare ses troupes à un affrontement avec l'armée romaine d'Octave. C'est en -31 avant JC qu'a lieu la bataille d'Actium. Marc Antoine est vaincu, sa flotte anéantie. Persuadé que Cléopâtre est morte, il se suicide en retournant contre lui un glaive.

Octave, malgré la promesse qu'il avait faite à Cléopâtre, assassine son fils Césarion en -30 avant JC. La reine, malgré ses charmes, ne parvint pas à séduire Octave.

Une reine humiliée

L’Egypte est à présent le grenier de l’empire romain. Octave veut ramener Cléopâtre à Rome comme une vulgaire esclave et la traîner dans les rues devant la foule afin d’asseoir son triomphe et sa toute puissance. Cléopâtre, humiliée, veut rester digne. Descendante des Pharaons elle croit en la résurrection et décide de se suicider. Une servante lui apporte un panier rempli de figes dans lequel se trouve un serpent. Dans un dernier geste héroïque et digne des plus grandes reines d’Egypte, elle plonge la main dans le panier et succomba à la morsure du serpent sacré qui lui ouvrit les portes de l’éternité. Avec Cléopâtre disparaît la brillante civilisation égyptienne.

La mort du prêtre (10)

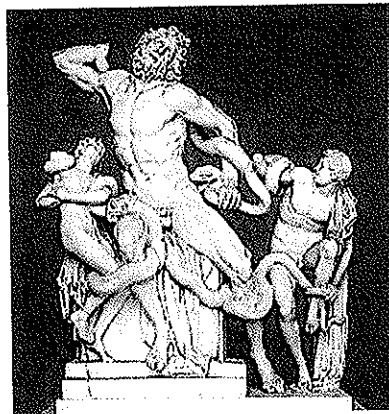


Figure 111 Mort de Laocoon

1	<p>Laocoon, ductus Neptuno sorte sacerdos, sollemnes taurum ingentem mactabat ad aras. Ecce autem gemini a Tenedo tranquilla per alta (horresco referens) immensis oribus angues</p>	<p>Laocoon, que le sort avait désigné comme prêtre de Neptune, immolait solennellement un énorme taureau sur les autels. Or voici que de Ténédos, sur des flots paisibles, deux serpents aux orbes immenses, (je frémis en faisant ce récit),</p>
5	<p>incumbunt pelago pariterque ad litora tendunt ; pectora quorum inter fluctus arrecta iubaeque sanguineae superant undas, pars cetera pontum pone legit sinuatque immensa volumine terga. Fit sonitus spumante salo; iamque arva tenebant,</p>	<p>glissent sur la mer, et côte à côte gagnent le rivage. Poitrines dressées sur les flots, avec leurs crêtes rouge sang, ils dominant les ondes; leur partie postérieure épouse les vagues, et fait onduler en spirales leurs échines démesurées. L’étendue salée écume et résonne; déjà ils touchaient la terre ferme,</p>

10	ardentesque oculos suffecti sanguine et igni, sibila lambebant linguis vibrantibus ora. Diffugimus visu exsanguis. Illi agmine certo Laocoonta petunt; et primum parva duorum corpora natorum serpens amplexus uterque	leurs yeux brillants étaient teintés de sang et de feu, et, d'une langue tremblante, ils léchaient leurs gueules qui sifflaient. À cette vue, nous fuyons, livides. Eux, d'une allure assurée, foncent sur Laocoon. D'abord, ce sont les deux corps
15	implicat et miseros morsu depascitur artus; post ipsum auxilio subeuntem ac tela ferentem corripiunt spirisque ligant ingentibus; et iam bis medium amplexi, bis collo squamea circum terga dati, superant capite et cervicibus altis.	de ses jeunes fils qu'étreignent les deux serpents, les enlaçant, les mordant et se repaissant de leurs pauvres membres. Laocoon alors, arme en main, se porte à leur secours. Les serpents déjà le saisissent et le serrent de leurs énormes anneaux. Deux fois, ils lui ont entouré la taille, deux fois autour du cou, ils ont enroulé
20	Ille simul manibus tendit divellere nodos, perfusus sanie vittas atroque veneno clamosaque simul horrendos ad sidera tollit, qualis mugitus, fugit cum saucius aram taurus et incertam excussit cervice securim.	leurs échines écailleuses, le dominant de la tête, la nuque dressée. Aussitôt de ses mains, le prêtre tente de défaire leurs noeuds, ses bandelettes souillées de bave et de noir venin. En même temps il fait monter vers le ciel des cris horrifiés : on dirait le mugissement d'un taureau blessé fuyant l'autel, et secouant la hâche mal enfoncée dans sa nuque.
25	At gemini lapsu delubra summa dracones diffugiunt saevaeque petunt Tritonidis arcem sub pedibusque deae clipeique sub orbe teguntur. Tum vero tumefacta novus per pectora cunctis insinuat pavor et scelus expendisse merentem	Mais les deux dragons en un glissement fuient vers les temples, sur la hauteur, gagnant la citadelle de la cruelle Tritonienne, où ils s'abritent aux pieds de la déesse, sous l'orbe de son bouclier. Alors en nos coeurs s'insinue une terreur inconnue, qui nous fait tous trembler; Laocoon a mérité, dit-on,
30	Laocoonta ferunt, sacrum qui cuspide robur laeserit et tergo sceleratam intorserit hastam. Ducendum ad sedes simulacrum orandaque divae numina conclamant.	d'expier son crime : son arme a outragé le chêne sacré, il a lancé sur l'échine du cheval son épée criminelle. On crie en choeur qu'il faut transporter la statue à sa place, et implorer la toute puissance de la déesse !

VIRGILE, *Enéide*, 1, 201-233

C'est l'épisode célébrissime de la mort de Laocoon. Laocoon est prêtre de Neptune et est attaqué, ainsi que ses fils, alors qu'il s'apprête à sacrifier ; il porte d'ailleurs les insignes du sacré. Or, les serpents viennent de la mer, ce qui signifie que Neptune ne s'oppose pas à leur action (la mer est tranquille - v. 203). On peut même se demander si ce n'est pas lui qui les envoie. Mais il n'en demeure pas moins que Neptune est complice de la mort de Laocoon.

En fait, les serpents sont les exécuteurs des volontés de Pallas, puisqu'ils se réfugieront auprès de sa statue. Par ailleurs, ils viennent de Ténédos où se sont cachés les Grecs, signe à la fois évident et dissimulé que les serpents sont au service de l'ennemi.

Quelques espèces, leurs synonymes, leur classification et l'antivenin indiqué (60) (tab.22)

Espèces	Classe	Antivenin
<i>Agkistrodon piscivorus</i>	Viperidae.AGKISTRODON	<u>CROFAB CROTALIDAE</u> <u>POLYVALENT IMMUNE</u> <u>FAB(OVINE)[®]</u> Protherics, USA
<i>Echis leucogaster</i>	Viperidae.ECHIS	<u>FAV-AFRIQUE[®]</u> Aventis Pasteur, France <u>FAVIREPT[®]</u> Aventis Pasteur, France
<i>Vipera ammodytes, aspis, berus</i>	Viperidae.VIPERA	<u>EUROPEAN VIPER VENOM</u> <u>ANTISERUM[®]</u> Inst. of Immunology, Croatie <u>IPSER EUROPE[®]</u> Pasteur Merieux, France <u>SERUM ANTIVENIN SERPENS EUROPEENS[®]</u> Institut Serotherapie et Vaccinal Suisse <u>SIERO ANTIOFIDICO</u> <u>TETRAVALENTE SCLAVO[®]</u> Sclavo, Italie <u>VIPERATAB[®]</u> Protherics, USA <u>VIPERFAV[®]</u> Aventis Pasteur, France

CLASSIFICATION (25)

Le tableau suivant, assez complexe, permet de situer les différents ordres et familles de reptiles vivant dans le monde. Il existe 4 ordres, 48 familles, environ 905 genres et 6475 espèces !

? incertitude quant au rattachement de l'espèce mentionnée (tab.23)

Ordres	Sous-ordres	Familles	Exemples d'espèces	
Chelonia ou Testudinata	Pleurodira et Cyptodira	Chelidae (pleurodira)	Chelonida expansa Chelys fimbriatus	
		Pelomedusidae (pleurodira)	Pelomedusa subrufa Podocnemis expansa	
		Carettochelyidae	Carettochelys insculpta	
		Cheloniidae	Caretta caretta Chelonia mydas	
		Chelydridae	Chelydra serpentina	
		Dermatemydidae	Dermatemys mawei	
		Dermochelidae	Dermochelis coriacea	
		Emydidae	Emys orbicularis Pseudemys scripta Terrapene carolina Clemmys guttata	
		Kinosternidae	Kinosternon flavescens	
		Staurotypidae	Staurotypus salvinii	
		Platysternidae	Platysternon megacephalum	
		Testudinidae	Testudo sp. Geochelone sp. Gopherus sp. Homopus sp. Pyxis sp.	
		Squamata	Amphisbaenia	Tryonichidae
Bipedidae	Bipes biporus			
Trogonophidae	Trogonophis wiegmanni			
Rhineuridae	Rhineura floridana			
Lacertilla	Lacertilla		Amphisbenidae	Blanus cinereus
			Agamidae	Calotes versicolor Pogona vitticeps Uromastix aegyptus Moloch horridus Phrynocephalus sp.
			Chameleontidae	Chameleo sp. Brookesia sp. Furcifer sp.
			Iguanidae	Cyclura sp. Anolis sp. Iguana sp. Phrynosoma sp.

	Gekkonidae	Eublepharis sp. Phelsuma sp. Palamatogekko sp. Coleonyx sp. Phyllodactylus sp. Diplodactylus sp. ...
	Pygopodidae	Lialis sp. Pygopus nigriceps
	Teiidae	Tupinambus teguixin Cnemidophorus lemniscatus
	Lacertidae	Lacerta sp. Acanthodactylus sp. Podarcis sp. ...
	Xantusidae	Xantusia sp. Cricosaura sp.
	Scincidae	Tiliqua sp. Mabuya sp. Eumeces sp. Corucia sp.
	Cordylidae	Cordylus giganteus Platysaurus sp. Chamaesaura sp.
	Dibamidae	Dibamus sp. Anelytropsis sp.
	Xenosauridae	Shinisaurus crocodilurus. Xenosaurus sp.
	Anguidae	Anguis sp. Ophisaurus sp. Elgaria sp.
	Helodermatidae	Heloderma horridum Heloderma suspectum
	Lanthanotidae	Lanthanatus borneensis
	Varanidae	Varanus sp.
Ophidia	Phytonidae	Morelia sp. Python sp. Chondropython sp. Morelia sp.
	Aniliidae	Anilius scytale
	Tropidophiidae	Bolyera sp. Casarea sp.
	Boidae	Eryx sp. Corallus sp. Eunectes sp. Boa sp. Sanzinia sp. Epicrates sp.
	Uropeltidae	Uropeltis ceylanicus
	Leptotyphlopidae	Leptotyphlops nasirostris
	Anomalepidae	Anomalepis sp. Helminthophis sp. Lyotiphlops sp.

		Typhlopidae	Typhlops sp. Rhinityphlops schlegeli
		Colubridae	Elaphe sp. Coluber sp. Natrix sp. Lampropeltis sp. Thamnophis sp. Dasypeltis sp.
		Elapidae	Naja sp. Micrurus sp. Oxyuranus sp. Bungarus sp. Ophiophagus hannah. Dendroaspis sp. Laticauda sp. Notechis sp.
		Viperidae	Vipera sp. Crotalus sp. Bitis sp. Echis sp. Cerastes sp. Bothryophis sp. Trimeresurus sp.
Rhynchocéphales	pas de sous-ordre	Sphenodontidae	Sphenodon punctatus
Crocodylia	?	Alligatoridae	Alligator mississippiensis Melanosochus niger
		Crocodylidae	Crocodylus porosus Osteolamus tetraspis
		Gavialidae	Gavialis gangeticus

Tableau 23

1) Serpents marins ou élapidés (77)

Biologie et écologie des serpents (57)

L'identification d'un serpent de mer est immédiate en raison de la fréquente compression latérale de son corps et tout spécialement de la région caudale. C'est une adaptation liée à la locomotion en mer ; celle-ci procède de mouvements ondulants, la queue joue alors un effet de rame. La systématique des serpents de mer est loin d'être stabilisée. Toutefois les auteurs récents s'accordent pour reconnaître une cinquantaine d'espèces appartenant à une quinzaine de genres.

Certains serpents sont adaptés à un mode de vie amphibie. C'est le cas de certaines couleuvres d'Europe, comme la couleuvre à collier, surtout commune au bord des eaux douces, où elle nage habilement, et, plus encore, de la couleuvre vipérine, qui peut demeurer plus de 30 min sous l'eau. Un serpent amphibie particulièrement célèbre est l'anaconda de l'Amérique du Sud, qui, caché dans l'eau trouble, guette les animaux qui viennent y boire. Le mocassin aquatique du sud des États-Unis est également un bon nageur, tandis que les acrochordes du Sud-Est asiatique sont particulièrement bien adaptés à la vie aquatique: leurs conduits nasaux sont obturés lorsqu'ils sont immergés par des volets buccaux.

Vivipares, ils mettent bas dans la mer et ne viennent jamais sur la côte : ils seraient incapables de se déplacer sur la terre ferme (fig.112). Seules les espèces de genre *laticauda* vont sur terre pour y pondre leurs oeufs. Les serpents marins sont très venimeux et se nourrissent surtout de poisson. On a découvert que l'un d'entre eux possède un venin 300 fois plus puissant que celui d'une espèce terrestre.

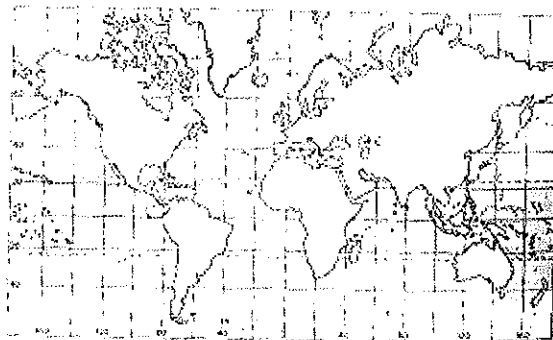


Figure 112 Aire de répartition des serpents de mer

2) Cobras, Mambas, Bungares, Serpents-corail et alliés ou élapidés (77)

Systematique

Les cobras (genres : *Boulengerina*, *Hemachatus*, *Naja*, *Ophiophagus*, *Paranaja* et *Pseudohaje*, par exemple), les mambas (*Dendroapsis*), les bungares (g. *Bungarus*), les serpents-corail (g. *Aspidelaps*, *Calliophis*, *Elapsoidea*, *Leptomicrourus*, *Maticora*, *Micruroides*, *Micrurus*, *Parapistocalamus*, *Simoselaps*, *Vermicella*, par exemple), les serpents venimeux australiens (sous-famille des Oxyuranimés) et quelques autres genres forment un ensemble de protéroglyphes non-marins. Ils ont en commun d'une part la présence de crochets venimeux antérieurs fixes et, d'autre part, un mode de vie continental ; caractères permettant une individualisation parmi les serpents venimeux.

Morphologie

La taille des protéroglyphes non-marins est variable. Le plus grand représentant est le cobra royal, *Ophiophagus hannah* (hamadryade) qui peut mesurer jusqu'à 6 m, c'est le plus grand de tous les serpents venimeux du monde. Les plus petites espèces ne mesurent que quelques dizaines de centimètres à l'état adulte et se rencontrent chez les bungares et les serpents-coraïl.

-Les cobras ou najas sont bien connus du grand public en raison de leur coiffe qui est d'ailleurs moins développée chez le cobra-royal que chez les autres cobras indiens et africains. De part et d'autre des vertèbres cervicales de ces espèces, une série de côtes allongées sont capables de se redresser sous l'action de leviers musculaires qui tendent alors la peau du cou dont les écailles s'écartent. Une coiffe ou capuchon de forme grossièrement ovoïde se dessine alors en arrière de la tête. En position de repos, le « cou » du cobra n'est pas plus large que sa tête car la coiffe disparaît en formant des replis cutanés latéraux.

Chez les cobras d'Asie (*Naja* sp.), le déploiement de la coiffe fait souvent apparaître dorsalement une paire d'ocelles à allure de lunettes d'où leur nom de serpents à lunette, (*Naja naja*) en Inde. En revanche, chez le cobra royal, la coiffe présente parfois des bandes transversales.

-Les mambas sont moins connus du grand public que les cobras. Ce sont des serpents mesurant fréquemment 2 mètres et pouvant atteindre une taille de plus de 4 mètres. Trois des quatre espèces connues sont vertes (*Dendroapsis angusticeps*, *D.jamesoni* et *D.viridis*), et la dernière (*D.polylepis*) est sombre.

-Les bungares ont une morphologie externe fort homogène : tête aplatie avec de petits yeux à iris noir, absence de cou, corps de section triangulaire, écailles dorso-médianes élargies. Cette « fiche signalétique » suffit pour les reconnaître sans équivoque.

-Les serpents-coraïl présentent une succession de couleurs vives (rouge, orange, jaune, blanc, noir) dont l'aspect varie d'une espèce à l'autre (anneaux simples ou doubles) ; ils doivent leur nom à la teinte rouge vermillon participant à la coloration générale. Chaque espèce présente un patron caractéristique pour le nombre, les proportions relatives et la séquence de ses couleurs. Les serpents-coraïl sont d'assez petite taille (1,50 m maximum), leur corps cylindrique est massif, leur tête ovoïde est distincte du cou, leur queue est courte .

Aux USA, tous les serpents-coraïl ont des anneaux rouge et jaune (ou blanc) contigus, aussi, « *Red on yellow, Kill a fellow* » est la règle élémentaire d'identification et de prudence.

Parmi les serpents protéroglyphes, le genre *Acanthophis* a une morphologie fort à part et proche de celle d'un vipéridé. En effet, ses représentants ont une tête large et triangulaire, un cou étroit, un corps trapu et court s'achevant par une petite queue grêle.

Origine et répartition (fig.113)

La question de l'origine d'un phylum est un problème ardu, rarement élucidé totalement ; le groupe des protéroglyphes non-marins n'y échappe pas. Toutefois, la découverte d'ancêtres probables sous forme fossile permet d'alimenter par des faits les diverses hypothèses phylogénétiques. C'est ainsi que l'on doit faire remonter l'origine des élapidés en deçà de moins de 20 millions d'années puisque des cobras vivaient alors en France (tertiaire supérieur : miocène). La répartition actuelle des protéroglyphes non-marins couvre les domaines néotropical, paléotropical et australien de climat chaud, en limite des régions désertiques (Chihuahua au Mexique, Sahara, Libye, Dahna en Arabie Saoudite).

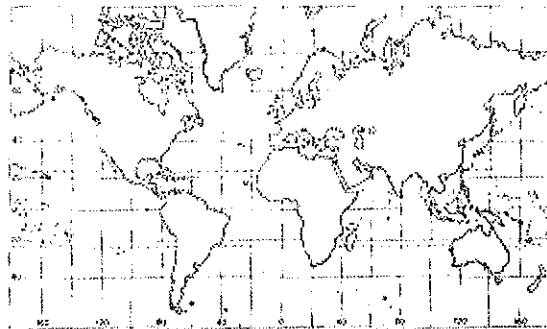


Figure 113 Aire de répartition des Elapidés terrestres

Cependant, l'explosion évolutive des protéroglyphes australiens a permis, comme on l'admet en général, la conquête de niches écologiques extrêmement variées, voire désertiques : l'on ne compte pas moins de 14 espèces fréquentant les déserts australiens. L'absence de protéroglyphes à Madagascar et dans les îles de l'Océan Indien, permet de penser que leurs grandes radiations évolutives dans la région éthiopienne sont postérieures à la genèse de ces îles.

Dans l'Océan Pacifique, il est curieux de relever l'existence d'*Ogmodon vitianus* dans les îles Fidji ; cette espèce considérée comme primitive n'a pas de relais insulaire sur les 200 km qui sont nécessaires pour atteindre la limite orientale (îles Salomon) de l'aire de répartition générale des protéroglyphes non-marins : c'est une énigme biogéographique. Les protéroglyphes non-marins ont colonisé les domaines néotropical, paléarctique et australien. Ils représentent un ensemble d'environ 220 espèces où dominent les serpents-coraïl américains d'abord et les serpents venimeux australiens ensuite ; les cobras, mambas et bungares étant minoritaires.

Serpents-coraïl

Ils ont colonisé l'ensemble de l'aire de répartition des protéroglyphes non-marins. Avec plus de 160 espèces et sous-espèces regroupées en 10 genres au moins, les serpents-coraïls couvrent le champ évolutif des protéroglyphes non-marins et fournissent plus de la moitié de leurs représentants. Les serpents-coraïl américains comprennent 3 genres (*Leptomicrurus*, *Micruroides* et *Micrurus*) d'inégale importance. En effet, sur 60 espèces, la quasi-totalité revient au seul genre *Micrurus* ! Les serpents-coraïl asiatiques (genres *Calliophis*, *Maticora* et *Parapistocalamus*) présentent plus de 10 espèces, les formes africaines sont moins nombreuses (genres *Aspidelaps* et *Elapsoidea*). Enfin, l'Australie n'a que quelques serpents-coraïl parmi les genres *Simoselaps* et *Vermicella*.

Serpents venimeux australiens

Ils regroupent plus de 30 genres se distribuant en 80 espèces environ. Les serpents venimeux australiens, n'étant en concurrence avec aucun vipéridé, ont pu occuper l'ensemble du continent à travers un spectre élargi de niches écologiques. Cette conquête s'est trouvée encore accrue par l'étroitesse de la radiation des colubridés (11 espèces) qui se cantonnent sur la fange nord/nord-est du continent australien.

Cobras, mambas et bungares

Les cobras rassemblent près de 40 espèces et sous-espèces dont 60% appartiennent au genre afro-asiatique *Naja* qui couvre de manière égale les régions éthiopienne et orientale. Les mambas, exclusivement africains, forment un petit groupe d'espèces congénériques. Les bungares enfin, sont confinés dans la région orientale avec une radiation d'environ 12 espèces congénériques.

Biologie et écologie

Les serpents protéroglyphes ont conquis les milieux marins (serpents de mer) ou continentaux (serpents terrestres, « fousseurs », arboricoles et aquatiques). La majorité des protéroglyphes non-marins mènent une existence terrestre classique ; certains présentent une tendance plus ou moins accentuée à la vie fousseuse, peu sont arboricoles et fort peu sont adaptés à un mode de vie en eau douce.

Serpents « fousseurs »

Les serpents-coraïl sont engagés, en majorité, vers un mode de vie fousseur. Beaucoup se rencontrent sous des débris végétaux, des pierres, du sable, dans des anfractuosités ; peu sont de véritables fousseurs capables de creuser des galeries (le genre *Aspidelaps* présente une rostrale agrandie en bouclier dont les bords sont saillants). Les serpents venimeux australiens comptent plusieurs genres (*Acanthophis*, *Cacophis*, *Cryptophis*, *Denisonia*, *Echiopsis*, *Furina*, *Glyphodon*) plus ou moins fousseurs. Enfin, de rares cobras (ex. *Naja nigricollis*) et bungares (ex. *Bungarus caeruleus*) ont des tendances fousseuses ou plus exactement se dissimulent dans des terriers.

Serpents arboricoles

Les protéroglyphes arboricoles se rencontrent parmi les mambas, les cobras et quelques serpents venimeux australiens. Les mambas verts sont très arboricoles (*Dendroaspis angusticeps*, *D. jamesoni* et *D. viridis*), leur corps est élancé et leur queue effilée. Les cobras africains du genre *Pseudohaje* et les serpents venimeux australiens du genre *Hoplocephalus* ont un mode de vie arboricole. Ces derniers semblent être en concurrence avec les colubridés arboricoles australiens (genres *Dendrelaphis* et *Boiga*) car les aires de répartition respectives sont parapatriques.

Serpents aquatiques d'eau douce

Les seuls protéroglyphes semi-aquatiques sont les cobras africains du genre *Boulengerina* qui, curieusement, ne présentent aucune adaptation particulière et se rencontrent dans les anfractuosités des berges des fleuves et des lacs. En Australie, *Austrelaps superbis* fréquente les endroits marécageux.

Varia

Certaines espèces fréquentent une telle variété d'habitats qu'elles peuvent difficilement se classer dans les rubriques précédentes ; c'est le cas en particulier chez les genres *Notechis*, *Oxyuranus*, *Pseudechis*, *Pseudonaja*, *Suta*, *Tropidechis*, etc.

Najas cracheurs

Le jet de venin a, d'une espèce à l'autre, une trajectoire variable en fonction de la conformation de l'orifice excréteur du canal venimeux des crochets. Chez le sépédon (*H. haemachatus*), le degré de perfectionnement de cette fonction permet de projeter le venin à 2m environ.

Autres comportements

Bien que s'agissant d'espèces hautement venimeuses, plusieurs de leurs comportements les rendent réellement ou apparemment vulnérables en présence d'un prédateur.

Dans le « livre de la jungle », Kipling décrit avec acuité le combat entre la mangouste (Rikki Tiki Tavi) et le naja (Nag). En gardant toujours une distance limite, la mangouste force le serpent à dépenser son énergie en attaques inutiles puis elle tourne autour du naja dressé qui doit constamment lui faire face. Les ressources de la mangouste sont supérieures et le « jeu » bascule à son avantage : elle fracasse le crâne du naja entre ses dents pointues.

Plusieurs serpents-coraïl, *Calliophis melanurus*, *Maticora intestinalis*, *Micrurus frontalis*, *Micrurus fulvius*, *Leptomicrurus* sp. par exemple, dressent leur queue lorsqu'ils se sentent menacés et dévoilent alors une surface sous-caudale parfois rouge vif. Ce comportement entrave l'attaque du prédateur dont l'attention est dupée.

Lorsqu'ils sont excités, les *Acanthophis* redressent et agitent leur courte queue. La présentent-ils comme appât aux oiseaux et lézards qui réagissent souvent en s'approchant assez près pour être frappés par le serpent à l'affût ? Toutes proportions gardées, ces attitudes rejoignent celle du chat qui, bien que parfaitement immobile, opère un lent mouvement de sa queue susceptible de perturber l'attention et de faciliter ainsi une attaque surprise de l'observateur. Dans ces cas, le modèle supposé mimé par les queues des serpents ou du chat n'est plus reconnaissable car trop abstrait ; pourtant, une homotypie _ queue = « tête » ou queue = « appât » _ semble envisageable, au moins parfois.

Quand il est surpris, le mamba noir (*Dendroaspis polylepis*) se dresse en étalant un étroit capuchon et en ouvrant largement sa gueule dont l'intérieur est pigmenté de noir. Tout mouvement brusque peut entraîner la morsure de l'observateur alors que, profitant de l'immobilité de ce dernier, le mamba s'esquive. Chez *Vermicella annulata*, la réponse à une menace est un contorsionnement du corps du serpent dans les trois dimensions de l'espace.

Reproduction

Les protéroglyphes non-marins sont, pour la plupart, ovipares ; en revanche, un groupe australien marque une tendance accentuée vers un mode de reproduction ovovivipare et vivipare.

Serpents ovipares

Les cobras pondent entre 10 et 50 œufs. Chez le cobra indien (*Naja naja*) l'accouplement a lieu de juillet à septembre, la ponte se situe en avril de l'année suivante et après une incubation de 2 mois, les œufs éclosent libérant des jeunes aussitôt capables de déployer un capuchon. La femelle du cobra royal (*Ophiophagus hannah*) construit un nid de feuilles mortes et de débris végétaux grâce à une sorte de crochet qu'elle constitue avec la région antérieure de son corps. Ce nid présente deux compartiments, l'un, inférieur, reçoit les œufs, l'autre, supérieur, accueille la mère qui assure la garde de sa ponte ; le mâle prend parfois le relais.

Les serpents-coraïl ne pondent que quelques œufs qui éclosent au bout de 2 à 3 mois. A la naissance, les jeunes mesurent entre 15 et 20 centimètres.

Serpents ovovivipares et vivipares

Entrent dans cette catégorie la plupart des protéroglyphes australiens (sauf les genres *Demansia*, *Furina*, *Pseudonaja*, *Vermicella* etc.). Le nombre de jeunes par portée est variable d'une espèce à l'autre et dans une même espèce, d'une ponte à l'autre. Il semble que les espèces les plus fertiles se rencontrent dans les genres *Notechis* et *Pseudechis* (jusqu'à 40 jeunes) ; à l'inverse, les genres *Cacophis* et *Cryptophis* comptent des espèces mettant bas toujours moins de 5 jeunes.

Nutrition

Bien que variée en fonction des espèces, on peut estimer que les lézards, grenouilles, petits mammifères et serpents représentent la nourriture courante, tandis que les insectes et les oiseaux entrent moins dans le régime alimentaire des protérotyphes non-marins. Tous les serpents-corail sont essentiellement ophiophages. Les serpents-corail mordent leurs proies d'une manière taraudante, sans lâcher prise, ce qui assure une totale envenimation. Les cobras ont une alimentation diversifiée mais ils mangent surtout des grenouilles et des petits mammifères ; *Ophiophagus hannah*, quant à lui, est hautement ophiophage comme l'indique son nom générique, sa quantité de venin suffit pour tuer un éléphant ! Les serpents venimeux australiens consomment beaucoup de lézards et de grenouilles tandis que les mambas verts chassent oiseaux, lézards arboricoles et mammifères.

Vipéridés : Crotalinés

Systematique et morphologie

L'individualisation des crotales au sein des vipères a été reconnue très tôt puisque le simple examen des spécimens permettrait de séparer ceux pourvus d'une fossette loreale, crotalinés (« *Pit vipers* »), de ceux qui en sont dépourvus, azemiopiné, causiné et vipériné (« *Pitless vipers* »). D'un point de vue nomenclatural, ce clivage est habituellement situé au rang subfamilial, c'est-à-dire que les crotalinés forment l'une des sous-familles de la famille des vipéridés. Les crotalinés se divisent eux-mêmes en 3 tribus : Crotalini (*Crotalus*, *Sistrurus*) ; Lachesini : *Lachesis*, *Bothrops* et les genres apparentés (*Botriechis*, *Porthidium*), *Trimeresurus*, *Ovophis*, *Tropidolaemus* ; Agkistrodontini : *Agkistrodon*, *Calloselasma*, *Deinagkistrodom*, *Hypnale*.

Les crotalinés ont la silhouette générale caractéristique des vipères, serpents plutôt trapus, à queue courte, à tête fortement aplatie, grossièrement triangulaire, et suivie d'un cou mince. Leur taille varie entre moins de 0,5m pour les espèces les plus petites (*C. transversus*, *C. pricei miquihuanus*) et plus de 3,6m pour *Lachesis muta*, géant du groupe avec *Crotalus adamenteus* qui atteint 2,5m. Chez les serpents à sonnette, la taille se modifie en fonction du sexe ou de facteurs écologiques. Ainsi les femelles, sont plus petites que les mâles ; à taille égale, elles ont une queue plus courte. Une réduction de taille accompagne bien souvent l'insularité ou encore l'élévation altitudinale de plusieurs espèces de serpents à sonnette. Pour la masse somatique, il existe un facteur 40 environ entre les plus petits serpents à sonnette et les plus grands.

Les crotalinés présentent une écaillure céphalique de 2 types : les *Sistrurus*, certains *Trimeresurus* et les *Agkistrodon* présentent de larges plaques symétriques ; les *Crotalus*, *Lachesis*, *Bothrops* et *Trimeresurus* présentent au contraire de nombreuses petites plaques céphaliques à disposition irrégulière.

La fossette loréale

Le museau des crotalinés présente une région loréale (limitée par la lèvre supérieure et une ligne allant de la narine à l'œil), elle est perforée par la fossette loréale dont l'ouverture est fort distincte même à l'œil nu. Un examen plus approfondi permet de repérer une seconde ouverture située en avant du coin antérieur de l'œil, le pore préoculaire. Selon l'espèce de crotale étudiée, la taille, la forme, la position tant de l'axe général que des ouvertures loréale et préoculaire de la fossette, subissent quelques variations. La fossette loréale s'ouvre vers 2 chambres superposées. La chambre externe, la plus grande, est tapissée par l'épiderme corné en continuité avec celui de la tête. Au fond de cette chambre est déployée une membrane concave d'environ 2 μ d'épaisseur, riche en terminaisons nerveuses sensorielles des rameaux ophthalmique et supra maxillaires du nerf trijumeau (5^{ème} nerf crânien). La chambre interne communique avec l'extérieur par un canal qui s'achève avec le pore préoculaire. Ce pore est contrôlé par un sphincter musculaire susceptible de faire varier considérablement son diamètre. La chambre interne est, elle aussi, entièrement tapissée par l'épiderme de la tête qui s'exfolie au cours de chaque mue. Ces deux chambres viennent se loger dans une cavité de l'os maxillaire.

La fossette loréale des crotalinés a très probablement une relation phylogénétique avec une discrète petite cavité supranasale que l'on rencontre parmi plusieurs genres de vipérinés : *Bitis*, *Eristicophis* et *Pseudocerastes*.

La sonnette

Les serpents à sonnette ne représentent qu'un contingent de crotalinés, puisque *Crotalus* et *Sistrurus* sont seuls à disposer d'un organe d'émissions sonores à l'extrémité de leur corps ; la sonnette ou bruiteur ou *crepitaculum*. Les pressions évolutives qui aboutirent à sa constitution ont curieusement permis de faire de l'articulation entre deux anneaux de la sonnette à la fois un système d'attache et un site de production sonore, véritable invention de la nature. C'est à la fin du XVI^e siècle que la littérature fait état de l'existence d'une sonnette chez certains serpents d'Amérique du Sud.

Les premières descriptions mêlent à l'originalité de cet organe les surprises des auteurs, naturalistes européens découvrant les crotalinés dans leur ensemble. L'évolution de la sonnette, outre l'originalité qui fait de la jonction entre anneaux un instrument sonore, est extrêmement poussée vers une optimisation : la sonnette ne traîne pas sur le sol mais est en général maintenue à une longueur de 8 segments, longueur précisément la plus efficace pour les qualités physiques de l'émission sonore.

-A la naissance, la sonnette est représentée par une écaille caudale apicale particulière : le prébouton (1).

-La seconde mue est précédée par un épaissement de l'écaille terminale de la queue (1) en un bouton (2).

-La troisième mue maintient en place l'écaille (2) et entraîne, à l'intérieur même de cette écaille, le développement d'une autre écaille (3).

-Cette dernière écaille se « rétracte » en son apex.

-La troisième mue étant achevée, une écaille (4) se constitue à l'intérieur de l'écaille (3).

Le point important est le développement d'une écaille renflée à l'intérieur de la sonnette, après chaque mue, permettant d'une part la cohésion de la sonnette et d'autre part son allongement progressif ; les plus anciens grelots ou segments se situant à l'extrémité. L'allongement de la sonnette est donc directement tributaire de la fréquence des mues que le serpent subit.

La sonnette non mutilée est constituée par une succession de segments dont le plus ancien est le bouton, les segments successifs s'emboîtent les uns dans les autres et les proximaux coiffent un éperon apical de la colonne vertébrale, le style.

Origine et répartition (fig. 114 et 115)

Les crotalinés appartiennent au groupe des solénoglyphes, serpents pourvus de crochets venimeux canaliculés et mobiles. Les restes fossilisés sont susceptibles de nous renseigner sur l'histoire des crotalinés, malheureusement ils ne sont guère abondants.

Le berceau des vipéridés se situerait dans l'Etat asiatique, bien, avant -22 millions d'années. Plus tard, les vipéridés se séparent des crotalinés qui donnent naissance à deux lignées, l'une s'épanouit *in situ* (en Asie), l'autre franchit le détroit de Behring et colonise le Nouveau Monde. L'une de ces deux grandes lignées va fournir les *Agkistrodon* de l'Ancien et du Nouveau Monde, les serpents à sonnette et *Lachesis* ; l'autre grande lignée est à l'origine des *Trimeresurus* (asiatiques) et des *Bothrops* (américains).

L'extension des crotalinés va se trouver fortement hypothéquée par l'apparition des périodes glaciaires du quaternaire. Les crotales ont donné naissance aux serpents à sonnette, tronc phylogénétique commun formé de *Crotalus* et *Sistrurus*. Il semble bien que ces derniers soient les plus primitifs en raison de larges plaques céphaliques, d'une petite sonnette et d'une faible réserve de venin.

Un examen rapide de la répartition actuelle des vipéridés montre une séparation biogéographique des crotalinés (Nouveau Monde et Asie) et des vipérinés (Afrique, Asie et Europe) seul un éventuel chevauchement des sous-familles existerait dans le secteur de l'Asie [plus exactement : Iran, Pakistan, Afghanistan, ex URSS (républiques méridionales centrales et orientales), Mongolie, Corée du Nord, Chine (sauf Tibet et Chine du Sud, Sud-Est et Est), Taïwan, Inde, Sri Lanka, Bangladesh, Birmanie, Thaïlande, Cambodge, Viêt-nam, Laos et Indonésie (Java, Florès, Timor)] ; *Agkistrodon halys* atteint les confins européens.

Les serpents à sonnette ont pour foyer principal l'Amérique du Nord ; les *Lachesis* se répartissent en Amérique centrale et en Amérique du Sud. Les *Bothrops* se rencontrent au Mexique et en Amérique du Sud. Les *Agkistrodon* ont une aire de répartition extrêmement plus vaste puisqu'on les trouve en Amérique du Nord, dans l'Europe du Sud-Est et en Asie. Il est probable d'ailleurs que ce genre soit composite comme l'indiquent de récents travaux. Le genre *Trimeresurus* est le seul à ne pas avoir quitté le berceau asiatique des crotalinés.

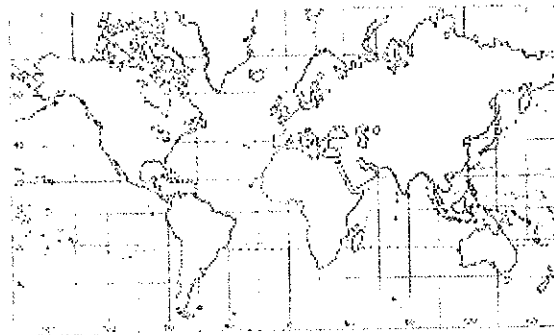


Figure 114 Aire de répartition des Crotalinés

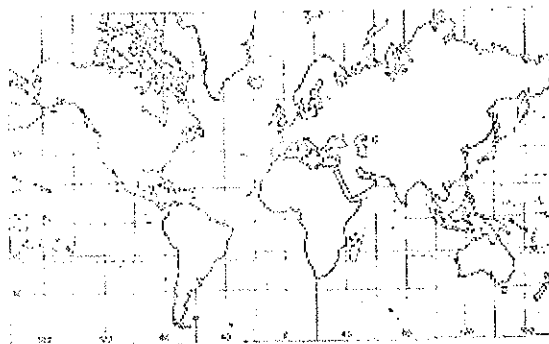


Figure 115 Aire de répartition des Vipérinés

Biologie et écologie

Un bref tour d'horizon des niches écologiques des crotalinés dégage, en majorité, des serpents terrestres de milieu ouvert mais la plupart des *Trimeresurus* vivent en forêt plus ou moins dense. Certaines espèces se sont engagées vers un mode de vie arboricole tandis que d'autres, beaucoup moins nombreuses, ont conquis les milieux aquatique, montagnard et désertique. Aucun crotaliné n'est adapté à une vie fouisseuse.

Espèces arboricoles

Un même tronc évolutif a donné naissance aux *Trimeresurus* en Asie et aux *Bothrops* en Amérique. Cette communauté phylogénétique se trouve complétée d'un parallélisme adaptatif au milieu arboricole. Certains *Trimeresurus* comme *T. gramineus* (serpent des bambous) ou *T. albolabris* sont foncièrement engagés dans la voie arboricole avec leur queue préhensile et une teinte verte de leur corps, d'autres fréquentent la mangrove (*T. purpureomaculatus*), d'autres encore ont des tendances homotypiques tel *T. puniceus* qui copie une feuille et son pétiole.

Les *Bothrops* arboricoles peuvent s'isoler phylogénétiquement de l'ensemble des *Bothrops* terrestres, eux-mêmes susceptibles d'être divisés en deux selon la taille des espèces. Les fers de lance, *Bothrops atrox* de Trinidad et *B. lanceolatus* de Martinique, se rencontrent dans les plantations de café et de canne à sucre mais aussi à proximité des cases. Il n'est pas rare de trouver *Bothriechis schlegeli* dans les régimes de bananes, sa queue préhensile lui permettant de se suspendre pour former un anneau plat dans le vide avant de frapper. Enfin *Atropoides nummifer* est qualifiée de vipère sauteuse car elle peut « s'arracher » du sol au moment de frapper.

Espèces semi-aquatiques

Elles se rencontrent parmi les *Agkistrodon* et les serpents à sonnette d'Amérique du Nord. *Agkistrodon piscivorus* (=mocassin d'eau) est semi-aquatique. Il vit dans la végétation du bord des fleuves d'Amérique du Nord où il plonge à la moindre alerte. Les *Sistrurus* fréquentent les marais et semblent un peu plus aquatiques que les *Crotalus*. Tous les serpents à sonnette sont capables de se mettre à l'eau et de nager vigoureusement pour rechercher de la nourriture, un refuge ou un partenaire sexuel. Leur nage procède d'ondulations du corps et de la queue et, en conséquence, la sonnette n'est pas maintenue hors de l'eau.

Espèce déserticole

Crotalus cerastes (=Sidewinder ou « dérouleur latéral ») présente une forte convergence avec les vipères cornues d'Afrique. Comme elles, il fréquente les régions arides sablonneuses, possède des appendices saillants ou « cornes » supraoculaires, progresse par déroulement hélicoïdal de son corps, à l'oblique de la trajectoire effectuée. L'impression générale est que le serpent se déplace de côté. En fait, il s'agit d'un mouvement en accordéon d'un type particulier (mouvements alternatifs d'un groupe de segments, chaque portion étant motrice : immobile puis mobile et glissant sur le sol).

Espèces montagnardes

Les serpents à sonnette peuvent se rencontrer jusqu'à 4 500 m au Mexique, 3 500 m en Californie et un peu moins dans les autres régions de leur aire de répartition. Les *Agkistrodon* sont beaucoup plus montagnards puisque si *A. himalayanus* vit habituellement entre 2 000 et 3 500 m, il peut atteindre 5 000 m d'altitude : c'est la meilleure « performance » connue de tout ophidien actuel, semble-t-il ! Son « cousin » *contortrix mokasen* est beaucoup moins montagnard.

Rôle de la fossette loréale

C'est seulement en 1937, que Noble et Schmidt avançaient la théorie du rôle thermorécepteur de la fossette loréale. Ces auteurs montrèrent que la fossette loréale permet le repérage stéréoscopique des animaux à sang chaud ou homéothermes que sont les mammifères et les oiseaux. Ultérieurement, on découvrit que la fossette loréale est sensible aux variations de radiations infrarouges émises par tout objet plus chaud mais aussi plus froid que son environnement et ceci au seuil extrêmement bas du 1/1 000°C.

On comprend immédiatement l'importance d'un tel dispositif en cas de chasse nocturne tant pour repérer les proies que pour éviter les prédateurs. Cette invention de la nature a été « reprise » par l'Homme à des fins d'investigation scientifique et/ou militaire.

Prédateurs et rôle de la sonnette

Jusqu'à la première moitié de ce siècle, les auteurs ont émis diverses hypothèses quant au rôle joué par la sonnette. Depuis quelques décennies, tous l'admettent comme « réponse » du serpent à sonnette en présence d'un danger réel ou potentiel. Ce signal avertisseur a pour « finalité » de décider l'intrus à s'éloigner ; cette « alarme » peut être suivie de tout un enchaînement de comportements de défense.

Une sonnette de 6 à 8 segments est la meilleure émettrice (au-delà il peut y avoir des phénomènes de résonance), chez les jeunes le son émis est un « buzz » qui remplace un « hiss » à l'état adulte, la fréquence des cycles de vibrations est largement supérieure quand la température croît. La sonnette peut « tinter » pendant plusieurs heures mais peut aussi ne pas entrer en service du tout quand le danger est si imminent que la frappe du serpent est la seule réponse. A l'oreille humaine, les sons émis par la sonnette sont perçus comme un *continuum* non analysable et de ce point de vue le terme de sonnette n'est guère approprié.

L'hibernation des serpents à sonnette

Les serpents à sonnette pratiquent l'hibernation en se regroupant dans des lieux favorables (*hibernacula*). Cette latence hivernale est particulièrement accentuée dans les régions de montagne ou à basse altitude dans les zones septentrionales de l'Amérique du Nord. Il n'est pas rare de trouver dans des cavernes de 50 à plusieurs centaines de serpents à sonnette parfois en compagnie de chiens de prairie ou de hiboux, leurs prédateurs en période d'activité !

L'avantage de tels rassemblements est de lutter plus efficacement contre les rigueurs climatiques saisonnières en choisissant un environnement plus clément et, par de nombreux contacts interindividuels, de limiter les surfaces corporelles susceptibles de déperdition, ce qui économise aussi bien l'eau que les pertes de chaleur.

Reproduction

Espèces ovipares

Lachesis muta femelle pond une dizaine d'œufs dans un nid sommaire et elle assure une « garde » soit en se lovant autour des œufs, soit en se tenant à leur proximité. *Ovophis kaulbacki*, *O. monticola* et *Calloselasma rhodostoma* ont une pratique semblable.

Espèces vivipares

Les *Bothrops* mettent au monde des petits vivants. Des espèces telles que *B. atrox* et *B. lanceolatus* sont particulièrement prolifiques car elles ont des portées de 50 à 70 nouveaux-nés. Les *Agkistrodon* du Nouveau Monde, par exemple *A. contortrix* ou *A. piscivorus*, mettent bas 5 à 15 serpenteaux par portée après une gestation de 6 mois environ ; *A. himalayanus* est vivipare.

Alimentation

Comportement prédateur

Les crotales qui sont à la recherche d'une proie utilisent leur odorat, leurs fossettes loreales et, accessoirement, leur vue.

Si la proie frappée est un mammifère, le serpent à sonnette redoute des représailles après sa morsure, aussi, il lâche cette proie, qu'il peut d'ailleurs suivre à la trace, et n'en fera l'ingestion qu'après un examen minutieux au moyen de sa langue. En revanche, dans le cas d'un oiseau, le serpent à sonnette ne relâche pas cette proie qui pourrait alors totalement lui échapper ; dans le cas d'un reptile ou d'un amphibien, le serpent à sonnette maintient sa prise car son venin a une efficacité plus réduite sur ce type de victimes qui pourraient « en profiter » pour fuir.

Quelques crotales ont un comportement prédateur assez particulier. Dès qu'intrus ou proie sont à sa portée, *Bothrops atrox* a la réputation de frapper immédiatement, *Agkistrodon piscivorus* ou « bouche de coton » laisse entrevoir une cavité buccale immaculée quand il est excité, il en tire son appellation vernaculaire ; *Bothriechis schlegeli* peut se suspendre à toute branche adéquate et forme un anneau plat qu'il balance dans le vide avant de frapper.

Proies

Les serpents à sonnette mangent essentiellement des mammifères, des oiseaux, des reptiles et des amphibiens. Toutes les espèces de mammifères de taille petite ou moyenne (souris, rats, chiens de prairie, spermophiles, écureuils, lapins etc.) peuvent être englouties. Une race insulaire de *Bothrops* n'a que des oiseaux pour nourriture, elle assure sa pérennité en disposant d'un venin spécialement puissant contre eux. Les lézards constituent une proie fréquente chez les jeunes serpents à sonnette : ils engloutissent avec plus de facilité un lézard qu'un mammifère car, à volume identique, le mammifère est généralement plus trapu. Toutefois, dans les régions humides, les grenouilles et les crapauds deviennent alors des proies plus fréquentes que les lézards. L'alimentation est évidemment tributaire du biotope dans lequel le serpent évolue. Ainsi, le régime des *Bothrops* arboricoles est riche en oiseaux, anoures arboricoles et lézards tandis qu'*Agkistrodon piscivorus*, coutumier des zones marécageuses, consomme beaucoup de poissons et de grenouilles.

Ennemis

Les ennemis des serpents à sonnette sont fort nombreux et se rencontrent aussi bien parmi les mammifères (daims, antilopes, moutons, chèvres, chevaux, hérissons, pécaris, coyotes, renards, chiens, blaireaux, opossums, chats, rongeurs...), les oiseaux (aigles, faucons, éperviers, hiboux, dindons...), les reptiles (*Lampropeltis getulus* mais aussi les espèces du genre *Masticophis* ainsi que quelques lézards, alligators et tortues). Chez les serpents à sonnette, le comportement avertisseur proprement dit se traduit par deux stades successifs dont témoignent des postures différentes. En position de repos, le serpent est lové et fait tinter sa sonnette, sa tête repose sur l'anneau de son corps le plus extérieur. Quand l'attaque devient imminente, le serpent prend une attitude offensive qui se caractérise par le redressement de la région antérieure de son corps, généralement repliée en un S horizontal. La langue effectue de rapides mouvements de prospection tandis que le serpent respire bruyamment et fait tinter furieusement sa sonnette. Le serpent s'est assuré un appui solide et une détente puissante. Il est au bord de l'attaque mais peut encore opter pour la retraite s'il dispose d'un refuge. Tout individu ou animal face à un serpent à sonnette en comportement avertisseur perçoit sans équivoque le danger qu'il représente.

Vipéridés : Vipérinés et alliés

Leur morsure est très douloureuse et entraîne presque immédiatement une réaction inflammatoire. C'est dans cette famille que l'on trouve le record des plus grands crochets à venin avec la *Bitis gabonica* et ses 5 cm de crochets. Ils se divisent en 4 sous familles : Azémiopinés (1 seule espèce : *Azemiops feae*) ; Causinés (1 seul genre *Causus*) ; Vipérinés (10 genres dont *Bitis*, *Daboia*, *Echis*, *Atheris*, *Cerastes*...) ; Crotalinés (18 genres dont *Agkistrodon*, *Bothrops*, *Atropoides*, *Trimeresurus*, *Crotalus*...)

Les vipérinés forment l'une des sous-familles de vipéridés.

Aspect général du corps

D'une manière générale, les vipérinés ont une allure massive qui se trouve renforcée par une tête large et une queue courte. Toutefois, cet aspect n'existe pas chez *Causus* et surtout *Azemiops* dont le corps élancé rappelle grosso modo le type colubridé. La taille maximale des vipérinés est atteinte chez *Bitis gabonica* (avec près de deux mètres) et la taille minimale se rencontre chez *Vipera ursinii* avec seulement 30 centimètres environ de longueur.

Variations de l'écaillage

Les modifications de l'écaillage des vipérinés ne sont pas de même nature selon que l'on examine leur tête, tronc ou queue.

Ecaillage céphalique

Il est donc habituellement admis que la persistance de grandes plaques céphaliques (chez *Azemiops* et *Causus*) est le témoignage d'un stade évolutif peu avancé. Dans le genre *Vipera*, cet argument permet de dégager un gradient évolutif (confirmé par ailleurs) qui va d'un groupe peu évolué (*V. bérus*, *V. ursinii*, *V. seoanei*) vers un groupe très évolué (*V. lebetina*, *V. xanthina*, *V. palaestinae*) en passant par des espèces intermédiaires (*V. aspis*, *V. latasti*, *V. ammodytes*).

Dans l'aire européenne du genre *Vipera*, une tendance de plus en plus marquée à un redressement du museau, absente chez *V. bérus* et *V. ursinii*, se manifeste chez *V. seoanei*, *V. aspis*, *V. latasti*, et *V. ammodytes*. Avec ces deux dernières espèces, il s'agit d'un véritable appendice rostral. Ce processus morpho-évolutif est lié, chez les vipères d'Europe, à l'épanouissement vers le type vipéridé.

Chez certaines vipères, la tête présente des ornements particuliers ou « cornes » dont la position est variable. Ainsi, *Bitis gabonica* et *Bitis nasicornis* possèdent des cornes nasales, ces cornes sont supraoculaires chez *Atheris ceratophorus*, *Bitis cornuta*, *Pseudocerastes persicus* ou bien à la fois nasales et supraoculaires chez *Cerastes*.

Coloration

Elle est variable à l'intérieur des vipérinés pris dans leur ensemble mais peut manifester une relative constance dans un groupe particulier. Ainsi, dans le genre *Vipera*, la teinte de fond est le plus souvent gris sombre rehaussé de dessins dorsaux noirs en zigzag ou fractionnés en barres transversales étroites voire même en losange.

Les vipères les plus richement colorées se rencontrent dans le genre *Bitis*, *B. nasicornis* est probablement le serpent venimeux le plus chamarré avec une débauche de tons noir, vert-olive, brun, carmin, jaune, et bleu-pâle. *B. gabonica* a une livrée un peu moins extraordinaire où s'harmonisent des tons brun, bleu, noir et blanc. Certains *Atheris* ont une teinte verte tandis que *Cerastes cerastes* a une coloration générale jaunâtre, cela étant à relier à un mode de vie respectivement arboricole et désertique.

Organes spéciaux des narines

Ils répondent à deux types distincts : les valvules nasales et le sac supranasal. Chez *Pseudocerastes* et *Eristicophis*, les narines présentent des valvules permettant leur fermeture. Le sac supranasal est présent sous forme d'ébauche chez 3 espèces des genres *Causus* et *Vipera*, il est bien développé dans les genres *Eristicophis*, *Bitis* (9 espèces dont *Bitis nasicornis*), et chez *Pseudocerastes* (2 espèces).

Origine et répartition

Les vipérinés et alliés appartiennent au groupe des solénoglyphes, serpents pourvus de crochets venimeux canaliculés et mobiles. L'origine des vipérinés se situe probablement dans le sud-est de la région paléarctique. Les vipérinés ont un important centre de spéciation dans la région éthiopienne (environ 30 espèces), la radiation paléarctique est beaucoup plus modeste (environ 15 espèces) et domine avec le genre *Vipera* qui s'étend jusqu'en Indonésie.

Les vipérinés s'épanouissent donc en deux lignées biogéographiques :

- l'une éthiopienne (genres *Adenorhinos*, *Atheris Bitis* et *causinés*)
- l'autre paléarctique (genres *Cerastes*, *Echis*, *Eristicophis*, *Pseudocerastes*, *Vipera* et *azémiopinés*).

Biologie

Eco-éthologie

Bien engagés dans la voie terrestre, les vipérinés se sont plus ou moins diversifiés dans la voie fouisseuse : *Adenorhinos*, *Cerastes*, *Echis*, *Eristicophis*, *Pseudocerastes* ont conquis le milieu désertique. Seul le genre *Atheris* s'est engagé dans la voie arboricole. Cette radiation africaine a exploité les forêts humides de la zone équatoriale, les *Atheris* restés terrestres étant peu nombreux.

Les vipérinés désertiques se meuvent de côté par déroulement latéral («*side-winding*»). Chez *Cerastes cerastes*, le corps groupé avance régulièrement, pivote sur une zone bloquée et l'écaillure prend ancrage telle une auto-chenille ! Le comportement fouisseur des vipérinés désertiques est commandé par des températures diurnes élevées et la rareté des abris (terriers, pierres ...) permettant de s'y soustraire. *Cerastes cerastes* s'enroule avant de s'enfouir dans le sable en commençant par la région postérieure de son corps ; l'enfouissement sur place est initié par des secousses latérales qui chassent le sable vers les parties dorsales. Seules, bien souvent, les ornements de la tête demeurent émergées et suppléent probablement à l'inhibition relative de la vue et de l'odorat pour détecter d'éventuels prédateurs ou proies dont l'approche fait « vibrer » le sable de proche en proche. Leur autre rôle possible consisterait à camoufler les contours de la tête du serpent. Quoiqu'il en soit, force est de constater que ces appendices céphaliques sont apparus dans la lignée désertique des crotalinés comme des vipérinés ; cela plaide donc pour les « interpréter » en terme de réponse aux exigences d'un habitat hostile. Les valvules nasales d'*Eristicophis* et de *Pseudocerastes* ont pour fonction d'éviter l'entrée de sable, en particulier au cours de l'enfouissement ou de l'émergence du serpent. En général, les vipérinés désertiques ont une coloration procryptique, c'est-à-dire que couleurs et patron de répartition se confondent avec le substratum de la niche écologique. Les *Atheris* arboricoles conservent un corps relativement lourd, mais leur queue devient préhensible et les carènes de l'écaillure renforcent les appuis.

Au repos, les *Atheris* ont souvent la région antérieure du corps courbée à angle aigu de manière à se rapprocher de l'allure d'une branchette. Leur couleur généralement verte est à l'évidence procryptique en permettant un camouflage efficace parfois renforcé par des ornements noirs à usage disruptif.

Si *Bitis gabonica* et *B. nasicornis* présentent à la fois des couleurs très chamarrées et des cornes nasales, ce n'est pas un pur hasard. En effet, la débauche de couleurs et le patron géométrique de leur répartition ont un rôle disruptif qui conduit à ne plus reconnaître d'emblée la forme du serpent. Les cornes nasales permettraient d'accroître la sensibilité de serpents qui se meuvent dans le couvert végétal et dont les nombreuses sollicitations tactiles ont tout avantage à être perçues avec un fort pouvoir discriminant.

Reproduction

Les vipérinés sont en majorité vivipares. Dans la région éthiopienne, les genres *Bitis*, *Atheris* et *Adenorhinos* sont vivipares. Maintes espèces du genre *Vipera* sont vivipares; chez *V. berus*, à large répartition septentrionale, le cycle reproducteur peut être bisannuel (voire plus) afin d'aboutir au développement intra-ovarien complet des œufs. Le nombre maximum habituel de jeunes par portées, chez nombre d'espèces de *Vipera*, est de l'ordre de 20. Une portée de *Bitis nasicornis* peut atteindre près de 50 jeunes. Les *Causus* sont tous ovipares.

Alimentation et prédateurs (77)

Les vipérinés sont en général des formes lourdes chassant à l'affût et disposant d'un appareil venimeux perfectionné. Leur régime alimentaire varie en fonction de leur mode de vie. C'est ainsi que les *Atheris* arboricoles consomment beaucoup d'anoures et de petits mammifères tandis qu'*Adenorhinos barbouri* mange beaucoup d'invertébrés (spécialement des vers de terre). Un autre fouisseur, *Cerastes cerastes*, consomme des lézards et des rongeurs.

En Europe, l'homme est le principal ennemi des vipères, viennent ensuite des espèces de mammifères semblant immunisées naturellement tels le blaireau ou le hérisson ; les faisans et les dindons sont des chasseurs de vipères.

LIGNES DIRECTRICES POUR LES CONDITIONNEURS (29-32-38-63)

Rp/3 – Tortues terrestres, serpents et lézards

1. Bien-être général

- 1.1 Priorité devrait être donnée aux reptiles par rapport aux marchandises.
- 1.2 Seuls des reptiles en bonne santé devraient être transportés.
- 1.3 Des sédatifs ne devraient pas être administrés aux reptiles.
- 1.4 Des reptiles appartenant à des espèces différentes ne devraient pas être transportés dans le même compartiment ou sac.
- 1.5 A moins que des reptiles de la même espèce ne soient notoirement compatibles les uns avec les autres, il ne faudrait pas les transporter dans le même compartiment ou sac.
- 1.6 Les reptiles ne devraient pas être dérangés pendant le transport.
- 1.7 Les reptiles qui ont été malades ou blessés pendant le trajet devraient recevoir les soins d'un vétérinaire dès que possible et, si besoin est, être tués sans qu'ils souffrent. De tels incidents devraient être consignés par écrit.
- 1.8 Les reptiles malades ou morts devraient être enlevés des conteneurs lorsque c'est faisable et cela devrait être consigné par écrit.
- 1.9 Aucune alimentation ne devrait être nécessaire pendant le transport.
- 1.10 Afin d'éviter la contamination et pour des raisons de santé et d'hygiène, il faudrait éviter tout contact entre l'homme et les reptiles, lesquels ne devraient pas être logés à proximité de denrées alimentaires ou dans des endroits où des personnes non autorisées ont accès.
- 1.11 Aucun reptile ne devrait être transporté avec des matières radioactives ou d'autres substances dangereuses pour la santé.
- 1.12 Les conteneurs devraient être assujettis dans l'avion, le wagon, le camion ou le navire pour éviter d'éventuels mouvements et il faudrait qu'à tout moment ils soient maintenus en position horizontale.

2. Dispositions préalables au transport

2.1 Toutes les précautions possibles devraient être prises d'avance pour éviter que les reptiles soient exposés à des températures extrêmes ou à des courants d'air. Il faudrait, pour cela, prévoir le déplacement qu'ils vont effectuer en tenant pleinement compte des conditions climatiques qui leur sont naturelles, ainsi que de celles qui règnent au point de destination et de celles auxquelles ils seront exposés pendant le transport. Il faudrait vouer une attention toute particulière aux moyens d'accueil des escales intermédiaires, dans les aéroports, etc.

2.2 Les sacs ou autres emballages éventuels devraient être détruits après l'usage. Lorsqu'il est prévu de les réutiliser, les conteneurs devraient être nettoyés et désinfectés à fond avant et après l'usage.

2.3 La date et l'heure d'arrivée prévues devraient être communiquées d'avance au destinataire, de même que l'itinéraire du chargement. Des dispositions appropriées devraient être arrêtées par avance pour qu'il en soit pris rapidement livraison au point de destination et en prévision de tout déplacement nécessaire aux lieux de transit.

2.4 Si l'on prévoit qu'il ne sera pris livraison des reptiles qu'après un certain délai, des dispositions devraient être arrêtées pour en assurer le logement.

2.5 Les envois contre remboursement devraient être exclus.

3. Conteneur

3.1 Le conteneur devrait être construit en bois, en isorel, en polystyrène expansé ou avec un autre matériau de résistance similaire et devrait être doté d'une charpente appropriée lui assurant une solidité suffisante pour loger les reptiles et résister à la manutention pendant le trajet.

3.2 Il ne devrait y avoir ni arêtes vives ni protubérances sur la surface intérieure du conteneur.

3.3 Si le conteneur est revêtu d'une peinture ou d'un enduit protégeant le bois, il faudrait veiller à ce qu'il ne soit pas toxique ou n'irrite pas la peau.

3.4 Le conteneur peut comporter plusieurs compartiments, pourvu que ses dimensions d'ensemble n'en rendent pas la manutention difficile.

3.5 Le conteneur devrait être suffisamment peu profond pour que des reptiles comme les tortues ne puissent grimper les uns sur les autres et il devrait être de dimensions telles qu'elles empêchent tout mouvement inapproprié des reptiles et minimisent ainsi le risque de blessure en cas de mouvement violent du conteneur.

3.6 Un couvercle devrait entièrement couvrir le conteneur et il devrait être muni d'un dispositif sûr de fermeture.

3.7 Pour assurer une bonne aération constante, des orifices de ventilation devraient être pratiqués dans toutes les parois et dans le couvercle du conteneur. Ces orifices de ventilation devraient être recouverts d'une toile métallique fine.

3.8 Le conteneur devrait être muni de barres d'arrimage ou de poignées appropriées.

3.9 Des barres d'espacement de dimensions appropriées devraient être fixées à toutes les parois, au couvercle et à la base du conteneur, afin que l'air puisse circuler librement jusqu'aux reptiles, même lorsque les conteneurs sont empilés ou arrimés les uns contre les autres.

4. Conditionnement

4.1 Les serpents et les lézards devraient être placés dans des sacs appropriés, qui devraient ensuite être scellés et munis d'étiquettes portant les mots "REPTILES VENIMEUX" ou "REPTILES NON VENIMEUX", selon ce qui convient. Cependant, les sacs ne conviennent en général pas pour le transport des caméléons (*Chamaeleonidae*) et des lézards de type épineux comme certains agames (*Agamidae*). Pour les premiers, les conditions de transport sont les meilleures dans des conteneurs comprenant un réseau de perchoirs rigides et, pour les autres, dans des conteneurs contenant un matériau mou et lâche dans lequel ils peuvent s'enfourir.

4.2 S'il s'agit de petits spécimens, plusieurs d'entre eux peuvent être mis dans le même sac.

4.3 Si nécessaire, de la sphaigne ou des débris de caoutchouc mousse humides peuvent être disposés autour des reptiles; pour certaines espèces, de l'eau de mer peut être indispensable.

4.4 Les sacs devraient être attachés solidement au conteneur.

5. Etiquetage et documents d'expédition

Des étiquettes résistantes et imperméables, portant les informations suivantes, devraient être fournies:

5.1 "REPTILES VIVANTS - NE PAS RENVERSER", "VENIMEUX" ou "NON VENIMEUX", selon ce qui convient, sur tous les côtés et sur le dessus.

5.2 Le symbole représenté par des flèches orientées vers le "HAUT" devrait être apposé sur tous les côtés.

5.3 Nom, adresse et numéro de téléphone de l'expéditeur et du destinataire. Les numéros de boîtes postales devraient être exclus en tant qu'adresse unique.

5.4 Liste détaillée du contenu: nombre des reptiles; nom scientifique et noms communs utilisés dans les pays d'exportation et d'importation.

5.5 Marge de température admissible.

5.6 Date à laquelle les reptiles ont été mis dans le conteneur pour le transport.

5.7 Timbre officiel du transporteur indiquant la date à laquelle il a pris livraison du chargement.

Une enveloppe résistante et imperméable, contenant les documents suivants et autres renseignements essentiels, devrait être fixée solidement au conteneur:

5.8 Duplicata du nom, de l'adresse et du numéro de téléphone de l'expéditeur et du destinataire.

5.9 Duplicata de la liste du contenu indiquée sous 5.4.

5.10 Double des licences d'exportation et d'importation du chargement.

5.11 Double du certificat sanitaire valide, délivré conformément aux exigences du pays importateur.

5.12 Duplicata des renseignements sur la marge de température admissible.

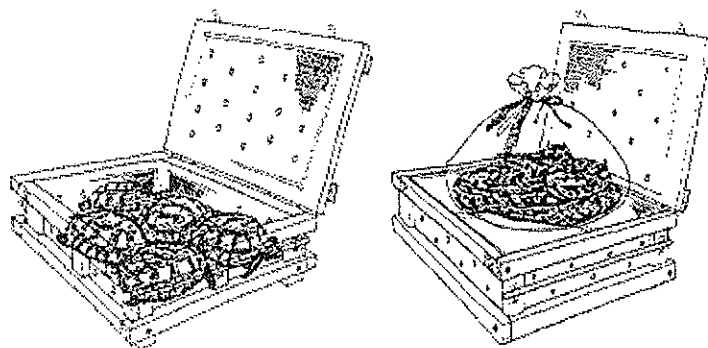


Figure 116 mode de transport des reptiles

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 instruite 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, mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.

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.

BON A IMPRIMER N° 3337

LE PRÉSIDENT DE LA FACULTÉ

M. le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ

MASSÉ Paule

LES REPTILES VENIMEUX, DE L'ANTIQUITE A NOS JOURS

Th. D : Pharm ; Limoges ; 2007 ;

RESUME

Cette thèse présente les relations entre les hommes et les reptiles à travers les âges et l'apparition du phénomène des NAC. Les venins des reptiles sont étudiés, ainsi que les risques qu'ils peuvent entraîner. La prise en charge en milieu hospitalier est envisagée.

THE VENOMOUS REPTILES, FROM THE ANTIQUITY IN OUR DAYS

SUMMARY

This thesis presents the relations between people and the reptiles through ages and the appearance of the phenomenon of the NAC. Poisons of the reptiles are studied, as well as the risks which they can entail. The coverage in a hospital environment is envisaged.

MOTS-CLES

Reptiles	Appareil venimeux	Mythologie
Serpents	Venin	
Lézards	Sérothérapie	

JURY

Monsieur G. DREYFUSS	Professeur des Universités	Président
Monsieur G. LACHATRE	Professeur des Universités	Juge
Monsieur C. COUARTOU	Docteur vétérinaire	Juge

Laboratoire de Parasitologie-Mycologie

Faculté de pharmacie, Université de Limoges

2 rue du Docteur Marcland – 87025 LIMOGES CEDEX