



Raymond MORELON

Les serpents marins

Mémoire module 4 du formateur troisième degré de biologie subaquatique

SOMMAIRE

1.	AVANT PROPOS.....	6
2.	GENERALITES.....	7
3.	SERPENT MARIN OU SERPENT DE MER ?	8
4.	PLACE DES SERPENTS DANS LA CLASSIFICATION PHYLOGENETIQUE DES ÊTRES VIVANTS.....	9
5.	REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES ELAPIDES MARINS.....	10
6.	QUELQUES GENRES ET ESPECES DE SERPENTS MARINS.....	12
6.1	<i>Acalyptophis</i>	12
6.2	<i>Aipysurus</i>	12
6.3	<i>Astrotia</i>	13
6.4	<i>Emydocephalus</i>	13
6.5	<i>Enhydrina</i>	13
6.6	<i>Hydrophis</i>	14
6.7	<i>Lapemis</i>	15
6.8	<i>Laticauda</i>	16
6.9	<i>Pelamis</i>	17
7.	ADAPTATIONS AU MILIEU MARIN.....	19
7.1	Adaptations en rapport avec les contraintes liées à la pression et aux phénomènes hydrostatiques	19
7.1.1	Le squelette	19
7.1.2	Aplatissement de la queue et compression du corps.....	20
7.1.3	Les écailles et la coloration du corps	21
7.1.4	Masse corporelle	22
7.1.5	Les valves buccales et nasales	23
7.1.6	Position du cœur.....	23
7.1.7	La mue.....	23
7.2	Adaptations liées à l'approvisionnement en dioxygène et aux échanges gazeux lors des plongées.	24
7.2.1	La respiration pulmonaire	24
7.2.2	La respiration cutanée.	26
7.2.3	Les shuntages cardiaque et pulmonaire	26
7.2.4	Les plongées	27
	➤ La durée des plongées.....	27
	➤ Profondeur des plongées.....	27
	➤ Le rythme cardiaque lors des plongées.....	27
	➤ La décompression.....	28
7.3	Adaptation liée à la forte concentration en sels du milieu.	29
8.	PREDATION ET ALIMENTATION	30
8.1	Généralités	30
8.2	Nature des proies.	31
8.2.1	Des espèces généralistes alimentaires	31
8.2.2	Des spécialisations diverses.....	32
8.2.3	Le cas de la Pélamide bicolore	32

8.2.4	Des mangeurs d'oeufs.....	33
8.2.5	Des architectures crâniennes spécialisées.....	33
8.3	Détection des proies et méthodes de chasse.....	34
8.3.1	Détection des proies.....	34
8.3.2	Méthodes de chasse.....	35
	➤ L'exploration active.....	35
	➤ L'embuscade.....	35
8.4	Ingestion et digestion des proies :	36
8.5	Partage des ressources et zones de chasse.	37
9.	REPRODUCTION.....	38
9.1	Oviparité et viviparité.....	38
9.2	Le dimorphisme sexuel.....	38
9.3	Reproduction et cycle de vie.....	39
9.3.1	La maturité sexuelle.....	39
9.3.2	Les périodes et fréquence de reproduction.....	39
9.3.3	Parades nuptiales et accouplement.....	39
9.3.4	La gestation et la naissance des jeunes.....	40
9.3.5	Croissance, longévité et mortalité.....	40
10.	TERRITORIALITE.....	41
11.	PREDATEURS, PARASITES, ACCOMPAGNATEURS.....	42
11.1	Les prédateurs des serpents marins.....	42
11.2	Les parasites et épibiontes.....	43
11.2.1	Parasites.....	43
11.2.2	Epibiontes*.....	43
11.3	Accompagnateurs et profiteurs.....	44
11.4	Confusions possibles :.....	45
12.	ORIGINE ET CLASSIFICATION.....	46
12.1	Origine des serpents.....	46
12.2	Classification des serpents des eaux saumâtres et salées.....	50
12.3	Place des serpents marins dans la famille des Elapidae.....	55
13.	LES SERPENTS MARINS ANIMAUX VENIMEUX.....	56
13.1	Généralités.....	56
13.2	L'appareil venimeux.....	57
13.3	Les venins.....	57
13.4	Circonstances des accidents.....	59
13.5	L'envenimation.....	60
13.6	Les symptômes.....	61
13.7	Prise en charge des victimes de morsures.....	61
13.7.1	Sur le terrain au niveau secouriste.....	61
13.7.2	En milieu hospitalier.....	62
13.8	Prévention des accidents.....	64
13.8.1	Les pêcheurs.....	64
13.8.2	Les baigneurs et les promeneurs.....	64
13.8.3	Les plongeurs.....	64
14.	DEVENIR DES SERPENTS MARINS.....	65

14.1	Les menaces	66
14.2	Quelles mesures de protection ?	67
15.	CONCLUSIONS	68
16.	GLOSSAIRE.....	69
17.	OUVRAGES ET SITES CONSULTES	74

*Les mots suivis d'un astérisque se retrouvent dans le glossaire en annexe.

1. AVANT PROPOS

Les serpents ont toujours éveillé en moi une fascination mêlée de crainte.

Voici déjà quelques lustres, à la faculté, m'étant approché, pour mieux voir, d'un collègue manipulant un serpent je n'ai pas tardé à reculer trouvant que l'animal s'intéressait un peu trop à ma personne... Des années plus tard, alors que je plongeais en Nouvelle Calédonie, j'ai saisi un serpent par la queue me fiant à une réputation de placidité de certaines espèces. Celui-ci s'est immédiatement retourné contre moi... Nous nous sommes fait peur mutuellement...J'ai souhaité en savoir plus sur le comportement et la biologie de ces animaux.

La France est responsable de beaucoup de côtes en régions tropicales. De nos jours les voyages proposés aux plongeurs les emmènent dans des régions où ils rencontreront ou rencontreront des serpents marins. Il m'est apparu intéressant de proposer aux plus curieux d'entre eux un résumé des informations concernant ces espèces et leur dangerosité. C'est le sujet de ce mémoire.

2. GENERALITES

Que sont les serpents marins ?

Ce sont des serpents adaptés à la vie marine.

Bien qu'il existe des serpents fréquentant les eaux saumâtres ou salées dans plusieurs familles, nous retiendrons principalement ici les serpents marins de la famille des Elapidés qui compte 64 espèces marines. Ce sont des serpents protéroglyphes* venimeux à l'origine d'accidents parfois mortels.

On en distingue deux groupes:

- Les serpents amphibies qui reviennent à terre pour digérer ou se reproduire
- Les serpents marins vrais à vie marine exclusive.

Les connaissances scientifiques sur les serpents marins sont récentes. Le premier ouvrage « Monograph of the sea snakes » de l'anglais Malcom Smith date de 1926. Avant 1970, elles portaient essentiellement sur la morphologie et la systématique. Il a fallu attendre le développement de la plongée, permettant d'étudier les serpents dans leurs biotopes, pour voir la progression des connaissances avec la parution en 1975 du livre de l'américain William A. Dunson "The biology of sea snakes". Il y a peu d'ouvrages en français consacrés à ces « reptiles » et certains sont maintenant épuisés. A l'heure actuelle des lacunes subsistent dans les connaissances scientifiques concernant ces espèces.

3. SERPENT MARIN OU SERPENT DE MER ?

Ne confondons pas serpent marin et serpent de mer.

« La légende du Grand Serpent de mer est née peu à peu de l'observation fortuite de toute une série d'animaux marins de grande taille, serpentiformes à quelque titre » écrivait le belge Bernard Heuvelmans, initiateur de la cryptozoologie* ("Le Grand Serpent de Mer" 1965). Il en définit plusieurs types se référant aux récits des navigateurs au cours des âges. Quelles que soient les observations à l'origine de ces récits, comme des dauphins sortant de l'eau à la queue leu leu, le serpent de mer est un mythe.

En français, le terme "serpent de mer" a une signification bien particulière, ce qui n'est pas le cas du terme anglo-saxon "sea snake". Pour nous, il est préférable de dire "serpent marin".

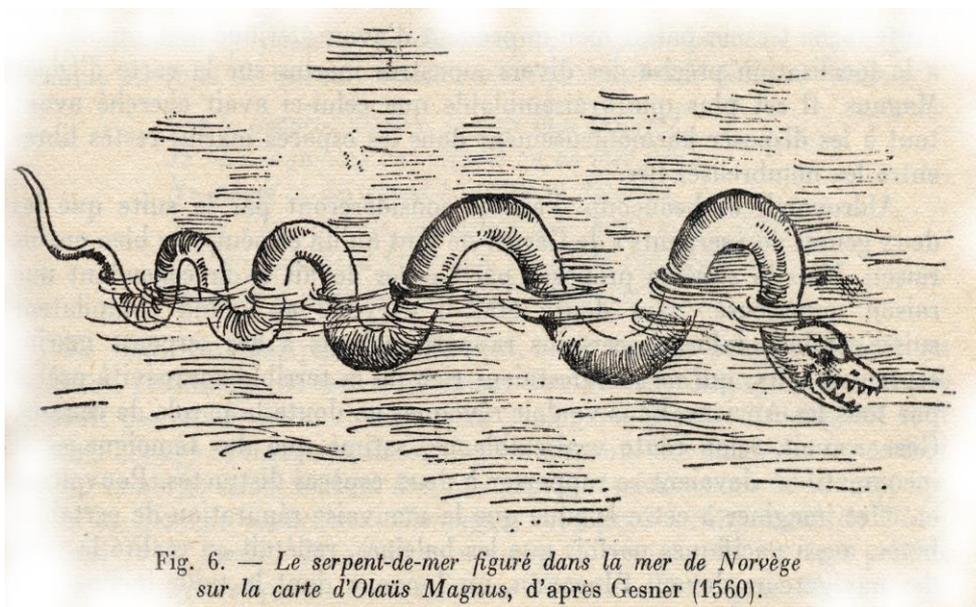


Figure 1 - D'après
Bernard Heuvelmans

4. PLACE DES SERPENTS DANS LA CLASSIFICATION PHYLOGENETIQUE DES ÊTRES VIVANTS.

Les serpents sont communément classés parmi les Reptiles.

Selon le petit Larousse 1989 :

« Reptiles ». Du bas latin *reptilis*, de *repere*, ramper.

Classe de vertébrés à température variable ("à sang froid"), respirant dès la naissance par des poumons, se déplaçant avec ou sans pattes, généralement ovipares et parmi lesquels on distingue 4 grands groupes:

Les **Lacertiliens** (de l'italien *lacerta*, lézard) ou **Sauriens** (du grec *saur*, lézard). Les lézards.

Les **Ophidiens** (du grec *ophis*, serpent). Les serpents

Les **Chéloniens** (du grec *chelone*, tortue). Les tortues

Les **Crocodyliens**. Les crocodiles.

Dans le Petit Larousse 2016, les choses ont évolué.

« Reptiles ». Vertébrés à respiration pulmonaire, à tégument recouvert d'écailles kératinisées et à température variable.

Les reptiles forment toujours une classe, mais ils sont divisés en 5 groupes:

Les **Chéloniens**, tortues

Les **Lacertiliens**, lézards

Les **Ophidiens**, serpents

Les **Rhynchocéphales**, représentés par le seul *Hatteria*

Les **Crocodyliens**, crocodiles

Plus de nombreux groupes fossiles : dinosaures, ptérosaures, ichtyosaures, pléssiosaures.

Cette notion restreinte de « Reptiles » n'a plus sa place dans l'arborescence taxinomique moderne (Lecointre et Le Guyader 2001) (Fig. 2). Ses représentants, répartis dans des groupes bien distincts les uns des autres, forment un ensemble paraphylétique*. Si on y inclut les oiseaux on a affaire à une lignée monophylétique*. Il conviendrait pour désigner les « reptiles » au sens habituel du terme de parler de « reptiles non aviens » : j'utiliserai le mot « reptile » dans ce sens restreint. Le mot reptile est toujours couramment employé dans les parutions scientifiques.

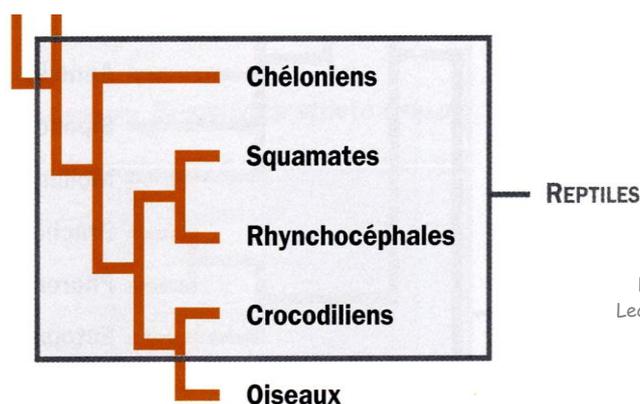


Figure 2 - D'après Lecointre et Leguyader

5. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES ELAPIDES MARINS

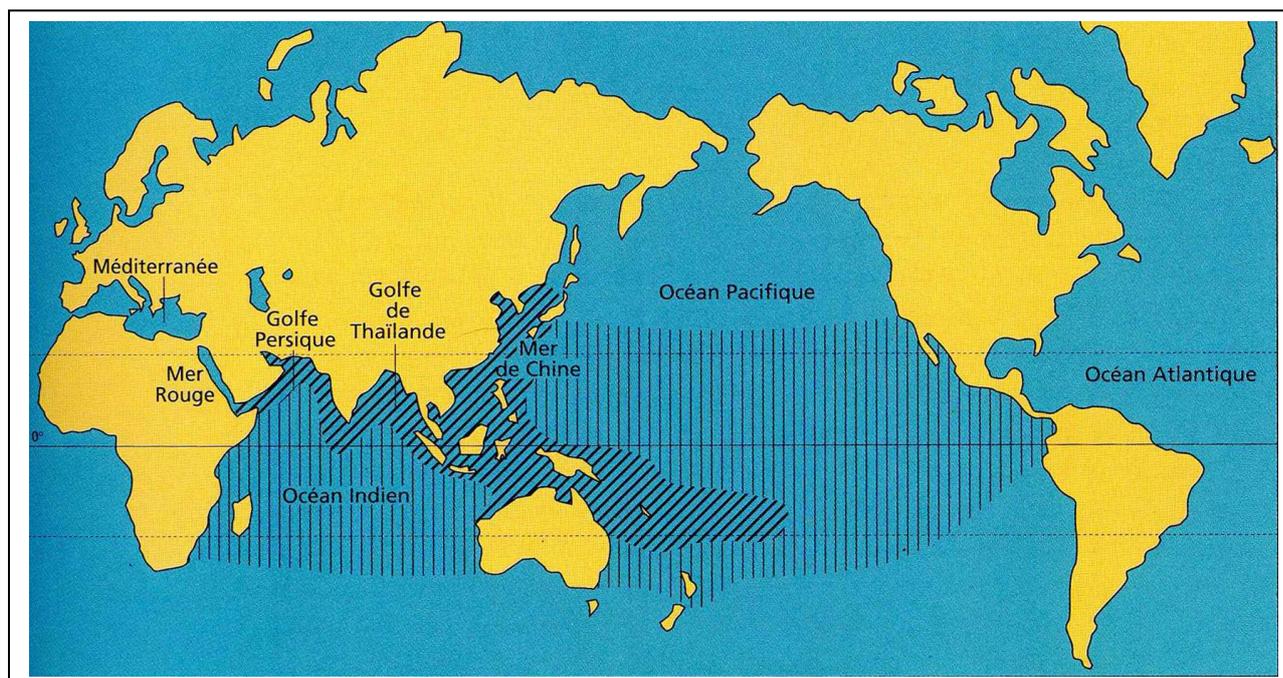


Figure 3 – Répartition des serpents marins. D'après Ineich et Laboute 2002
//// Distribution des serpents marins y compris *Pelamis platura*
IIII Distribution de *Pelamis platura* uniquement

Les serpents marins se rencontrent dans les régions tropicales et subtropicales des océans Indien et Pacifique. La plus grande diversité se situe au nord de l'Australie, en Malaisie et dans l'archipel Indonésien (Fig. 3 et 4). Leurs habitats comprennent les récifs coralliens, les zones de sédiments meubles entre les récifs, les estuaires et les mangroves. Une seule espèce est réellement pélagique.

Le nombre d'espèces d'Elapidés marins présentes dans les différentes parties du monde correspond à cette répartition. Selon diverses sources, 20 espèces ont été mentionnées en Inde, 12 à 19 au Sri Lanka, 27 en Indonésie, 24 dans le détroit de Malacca, 35 en Australie, 14 en Nouvelle Calédonie, 18 au Viet Nam et 8 dans l'archipel des Ryukyu au sud du Japon (Ineich 2004)

On a signalé quelques serpents marins hors de leur aire habituelle de répartition (Japon, sud de la Russie, Corée du nord), ils y auraient été transportés accidentellement par les courants marins ou lors de tempêtes.

Dans le Pacifique central, hormis la pélamide bicolore *Pelamis platura*, seule espèce pélagique, l'aire de répartition des serpents marins ne s'étend pas au-delà des Fidji. Bien qu'en Polynésie il existe de nombreux habitats favorables aux serpents marins, seule cette espèce y est présente. L'absence des autres espèces s'expliquerait par l'impossibilité pour ces serpents de traverser de grandes étendues océaniques sans disposer d'étapes dans des eaux peu profondes où ils pourraient s'alimenter.

Quelques Elapidés, bien que dénommés serpents « marins », vivent dans les eaux saumâtres de certains estuaires et parfois en eau douce. Ce serait là des adaptations secondaires de la vie marine à la vie lacustre. *Laticauda crockeri* est endémique du lac d'eau saumâtre Te-Nggano, ancien lagon isolé par un soulèvement géologique, sur l'île de Rennel dans l'archipel des Salomon et *Hydrophis semperi* est endémique du lac d'eau douce Taal dans l'île de Luçon aux Philippines. *Enhydrina schistosa* a été signalé dans le lac d'eau douce Tonle-Sap au Cambodge.

Les serpents marins *Elapidae Hydrophiinae* sont totalement absents de la Méditerranée, de la mer Rouge et de l'océan Atlantique. Les observations rapportées dans ces régions concernent des poissons anguilliformes confondus avec des serpents.

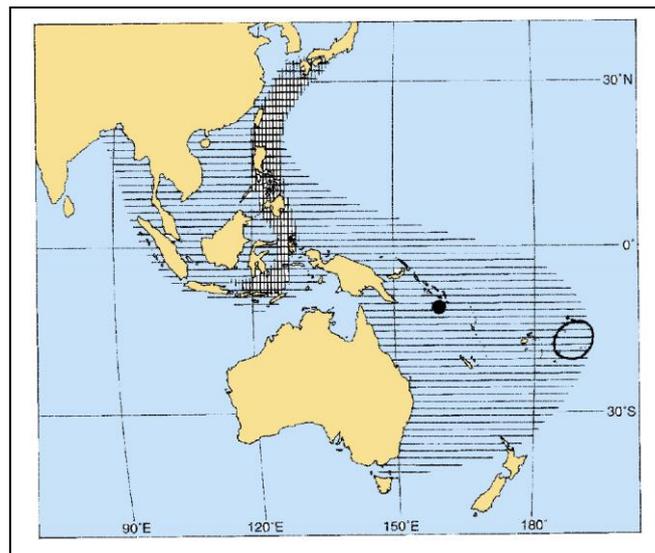


Figure 4 - Répartition géographique des serpents marins amphibies du genre *Laticauda*
Lignes horizontales : *Laticauda colubrina*, *L. laticaudata*. Lignes verticales : *L. semifasciata*. Cercle : *L. schistorhynchus*. Cercle noir : *L. crockeri*.

D'après Mc Carthy 1986 (colorisé) in Heatwole et Guinea

6. QUELQUES GENRES ET ESPECES DE SERPENTS MARINS

Il y a 16 genres d'Elapidés marins reconnus.

Les genres cités ici sont classés par ordre alphabétique, ce qui n'implique aucune hiérarchie.

6.1 *Acalyptophis*

Le genre *Acalyptophis* est représenté en Nouvelle Calédonie où il est abondant dans le lagon, par une seule espèce; *Acalyptophis peroni*, Acalypte de Peron, serpent à tête de dragon (Fig. 5). Sa coloration est variable, souvent uniforme chez les adultes. Sa longueur moyenne varie de 0,80 m à 1,10 m mais peut atteindre 1,30 m.

C'est une espèce ubiquiste que l'on trouve sur plusieurs types de fonds et qui consomme principalement des Gobiidés. Des juvéniles de la carangue *Gnathanodon speciosus* accompagnent souvent ce serpent. Son venin est très toxique mais les quantités pouvant être injectées sont faibles.

6.2 *Aipysurus*

Le genre *Aipysurus* compte 7 espèces dont 2 sont présentes en Nouvelle Calédonie:

Aipysurus laevis, Aipysure lisse, serpent beige (NC) dont la taille dépasse fréquemment 1,50 m (Fig. 6). Sa coloration varie du gris au vert olive avec une tête orangée. C'est un serpent ubiquiste typique des récifs coralliens

Aipysurus duboisi, Aipysure de Dubois. Plus petit, sa taille moyenne est de 80 cm. Il fréquente les zones sablo-vaseuses jusqu'à 80 mètres de profondeur. Sa coloration, bicolore ou uniforme chez les adultes, est plus contrastée chez les juvéniles.

La longueur des crochets d'*A. duboisi* est faible, 1,80 mm, ceux d'*A. laevis* sont particulièrement longs, jusqu'à 4,70 mm et il est très agressif, surtout lorsqu'il est provoqué (coups de palmes) ou en période de reproduction.



Fig. 5 - *Acalyptophis peroni*, acalypte de Péron
© Jurgen Freund



Fig. 6 - *Aipysurus laevis*, aipysure lisse
© Frédéric André Document DORIS

6.3 *Astrotia*

Le genre *Astrotia* ne comprend qu'une seule espèce d'aspect massif : *Astrotia stokesii* (Fig. 7). Son diamètre peut atteindre 30 centimètres. On la retrouve de l'Inde jusqu'en Chine et au nord de l'Australie.

6.4 *Emydocephalus*

Le genre *Emydocephalus* compte 2 espèces. *Emydocephalus annulatus*, Emydocéphale annelé, serpent à tête de tortue. Sa coloration est variable et sa longueur ne dépasse pas un mètre. Il est considéré comme pratiquement inoffensif du fait de sa réticence à mordre, de la faible toxicité de son venin et du caractère atrophique de ses crochets (0,15 mm) en corrélation avec son régime alimentaire à base d'œufs de poissons. (Maillaud 2007)



Fig 7 - *Astrotia stokesii*
© Adrian Boyle



Fig. 8-*Emydocephalus annulatus*, serpent à tête de tortue
© Raymond Morelon

6.5 *Enhydrina*

Le genre *Enhydrina* regroupe deux espèces. De loin la principale, *Enhydrina schistosa* (Fig. 9) présente depuis le golfe persique jusqu'au sud-est asiatique, au sud de la mer de Chine, en Indonésie et au nord de l'Australie, est à l'origine de morsures fréquentes aux conséquences graves. Sa coloration est bleu gris ou gris noir et sa longueur peut atteindre 1,40 m.



Fig 9 - *Enhydrina schistosa*
© biolib.cz

6.6 *Hydrophis*

Le genre *Hydrophis* est riche de 36 espèces. Elles se ressemblent et leur détermination est souvent affaire de spécialistes.

Hydrophis spiralis, Hydrophide spirale, peut atteindre 2,75 mètres de longueur, c'est le plus grand serpent marin connu.

Hydrophis major (Fig. 11) a un corps massif aplati, beige avec des marques noires et une tête large et courte. D'une longueur moyenne de 1,10 mètre, il affectionne les eaux turbides.

Hydrophis coggeri, hydrophide de Cogger (Fig. 10) est une espèce ubiquiste du récif. Son corps présente des bandes jaunes et noires. Il peut être confondu avec *Laticauda colubrina* et *Laticauda saintgironsi*.

Les serpents du genre *Hydrophis* sont réputés agressifs. *H. major* dont la longueur des crochets peut atteindre 3,80 mm et *H. coggeri* sont susceptibles de causer des morsures mortelles bien que leur venin soit de toxicité moyenne.

En Australie, *Enhydrina schistosa* et *Hydrophis elegans* sont considérés comme les plus dangereux des serpents marins. En Nouvelle Calédonie, le genre *Hydrophis* serait responsable de la majorité des accidents pour lesquels l'animal n'a pu être identifié.

Il semble que bien des espèces classées dans d'autres genres doivent maintenant être rattachées à *Hydrophis*.

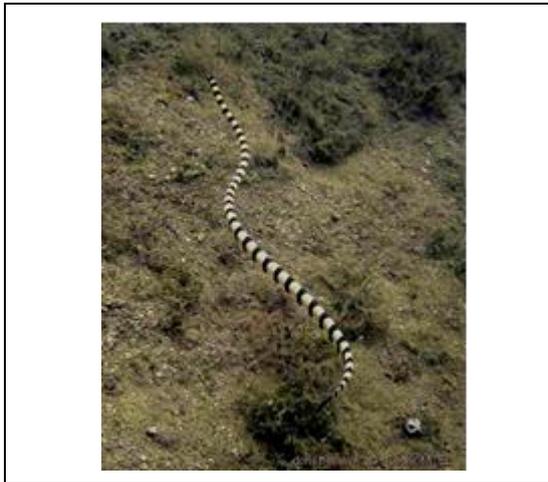


Fig. 10 - *Hydrophis coggeri*, hydrophide de Cogger
© Cédric Mittel Doc DORIS



Fig 1i - *Hydrophis major*, hydrophide cerclé
© Jacques Dumas Doc DORIS

6.7 *Lapemis*

Le genre *Lapemis* ne contient qu'une espèce : *Lapemis curtus*, Lapémide court (Fig. 12). Son aire de répartition s'étend de l'Arabie jusqu'au sud-est asiatique et du Japon jusqu'en Australie. L'espèce est présente en Nouvelle Calédonie. D'une longueur moyenne de 1 mètre, elle peut atteindre 1,50 mètre. Le corps est massif. Le lapémide court est potentiellement agressif; son venin très toxique est susceptible d'être délivré à plusieurs reprises en quantité assez abondante. Avec une longueur de crochets de 3,30 mm, il a été à l'origine d'envenimations mortelles (Maillaud 2004).

Ce serpent est commun et abondant sur les côtes du Viet Nam et dans le golfe de Thaïlande où il fait l'objet d'une importante exploitation commerciale.



Fig 12 - *Lapemis curtus*, lapémide court
© A. R. Rasmussen in Ineich et Laboute 2002

6.8 *Laticauda*

Le genre *Laticauda* Les serpents de ce genre sont amphibiens et ovipares. Ils viennent à terre pour se reproduire et digérer les proies capturées en mer. Bien que très peu agressifs, ils sont cependant susceptibles de mordre. Ce genre est présent du golfe du Bengale à la région indo-australienne et jusqu'aux îles Tonga et Samoa (Fig. 4, page 10).

Le nombre d'espèce de ce groupe est discuté. Certaines pourraient en effet s'avérer être un complexe d'espèces.

Sept espèces du genre *Laticauda* sont reconnues: *Laticauda colubrina*, *L. laticaudata*, *L. semifasciata*, *L. schistorhynchus*, *L. frontalis*, *L. saintgironi* et *L. crockeri*.

En Nouvelle Calédonie, on trouve deux espèces du genre : *Laticauda laticaudata* et *Laticauda saintgironi*, espèce endémique de l'archipel décrite par Cogger et Heatwole en 2006.

Laticauda saintgironi, Plature de Saint Giron, tricot rayé jaune, tricot rayé à lèvres jaunes est très commun en Nouvelle Calédonie (Fig. 14). D'une longueur moyenne de 90 centimètres, son corps fin et rond présente une alternance de bandes jaune ocre plus ou moins soutenu et noires. Cette espèce est visuellement semblable à *Laticauda colubrina* absente de Nouvelle Calédonie.

Laticauda laticaudata, Plature à bandes, tricot rayé bleu, tricot rayé à lèvres sombres présente une alternance de bandes verticales bleues et noires (Fig. 13).

Laticauda crockeri est une espèce endémique du lac d'eau saumâtre Te-Nggano de l'île de Rennel dans l'archipel des Salomon.



Fig 13 - *Laticauda laticaudata* ,tricot rayé bleu Philippines
2012 ©Raymond Morelon



Fig 14 - *Laticauda saintgironi* , plature de Saint Giron Nouméa Nouvelle Calédonie © Michèle Morelon

Espèces emblématiques de Nouvelle Calédonie, les tricots rayés figurent sur nombre d'illustration parfois humoristiques.



6.9 *Pelamis*

Le genre *Pelamis* ne compte qu'une espèce: *Pelamis platura*, pélamide bicolore, serpent grenouille (Nouvelle Calédonie) (Fig. 16).

Son patron de coloration présente le plus souvent deux parties: une dorsale de couleur sombre noire et une ventrale claire jaune. Cependant certains individus peuvent avoir une coloration jaune uniforme ou afficher des bandes transversales. La queue porte des marques caudales caractéristiques pour chaque individu. Sa longueur peut dépasser un mètre mais la moyenne se situe entre 0,75 et 0,88 mètre.

C'est la seule espèce de serpent marin présente en Polynésie française et c'est la seule espèce pélagique, les autres ne dépassant pas le plateau continental. Bien qu'ayant des crochets courts (1,5 mm) et un venin de toxicité réduite, elle est à l'origine de morsures mortelles (Maillaud 2004). C'est un serpent de pleine mer qui peut occasionnellement se retrouver près des côtes après des tempêtes.

La pélamide bicolore vit dans les slicks* (Fig. 42, page 34), radeaux de débris qui se forment lors de la rencontre de plusieurs courants marins. Elle se regroupe parfois en très grand nombre : entre la Malaisie et Sumatra, on a signalé un rassemblement de 3 mètres de large sur 100 Km de long ! Comme elle passe 87 % de son temps en plongée, le nombre d'individus est probablement bien supérieur au nombre important de serpents observés en surface. Certains estiment que ce serpent est le reptile le plus abondant à la surface de la terre.

Déplacée passivement au gré des courants marins on la retrouve jusqu'à l'océan Indien occidental (Seychelles, Madagascar) et à l'est du Pacifique jusqu'aux côtes de l'Amérique centrale.

On a craint qu'elle ne passe en Atlantique après le percement du canal de Panama. Il n'en a rien été. Même avec l'élargissement actuel du canal, le risque reste faible. La présence d'eau douce est à relativiser car ces serpents peuvent y vivre longtemps mais les nombreuses écluses, l'important trafic, les prédateurs, le faible nombre de candidats à la traversée donc l'impossibilité de se reproduire empêchent son passage en Atlantique.

La limite territoriale de la pélamide dépend de la température de l'eau. Elle ne se nourrit plus à partir de 18 °C et meurt à partir de 11°C. Elle ne dépasse pas l'isotherme 18 à 20 degrés Celsius nord ou sud. Les eaux froides présentes au sud de l'Afrique l'empêchent de passer dans l'Atlantique en contournant le cap de Bonne Espérance. Si le réchauffement climatique se poursuivait, certains estiment qu'elle pourrait passer dans l'Atlantique.

Cette espèce est très particulière et toutes les observations faites à son sujet ne sont pas applicables aux autres serpents marins.



Fig. - 16 *Pelamis platura*, pélamide bicolore
© Wikipedia

Pour les puristes :

Le nom latin de la Pélamide bicolore était naguère *Pelamis platurus* mais *Pelamis* étant féminin il est devenu *Pelamis platura*. Un certain nombre d'auteurs rattachent maintenant la pélamide au genre *Hydrophis*. On a pu voir *Hydrophis platura* or *Hydrophis* étant masculin il convient de dire *Hydrophis platurus* ...

7. ADAPTATIONS AU MILIEU MARIN

Les vertébrés terrestres à respiration aérienne comme les serpents ont rencontré des problèmes spécifiques lors de leur retour en milieu aquatique marin. Des adaptations nécessaires ont été sélectionnées au cours de leur évolution. Certaines préexistaient chez leurs ancêtres terrestres et pourraient être qualifiées de « préadaptations » (squelette, poumon tripartite). D'autres (queue aplatie, valves, shunt cardiaque*....) sont propres aux serpents marins. Ces adaptations sont d'ordre anatomique et physiologique.

Les principaux problèmes physiologiques auxquels les serpents marins ont été confrontés concernent :

- les contraintes liées à la pression et aux phénomènes hydrostatiques
- l'approvisionnement en dioxygène et les échanges gazeux lors des plongées.
- La forte concentration en sels du milieu.

7.1 Adaptations en rapport avec les contraintes liées à la pression et aux phénomènes hydrostatiques

7.1.1 Le squelette

Les déplacements dans l'eau des serpents se font par ondulation du corps. Le squelette hérité de leurs ancêtres était pour eux un avantage. (Fig. 17)

Les serpents possèdent un très grand nombre de vertèbres. Le mode d'articulation de ces vertèbres – proche de celui des lézards – est très complexe. L'amplitude des mouvements entre chaque vertèbre est limitée, mais la somme des mouvements du grand nombre de vertèbres assure la mobilité de l'ensemble du corps. Cette disposition permet, comme chez les anguilles, une nage par ondulations latérales qui déplacent vers l'arrière une certaine masse d'eau (Gasc 2005).

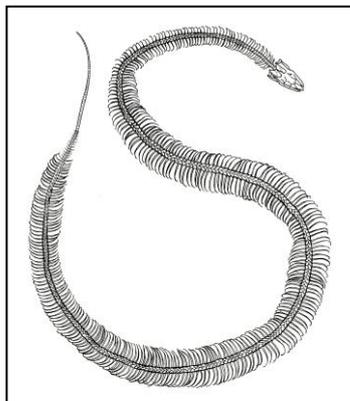


Fig. 17 - Squelette de python montrant le grand nombre de vertèbres et de côtes d'un serpent. D'après Beauchot 2005

7.1.2 Aplatissement de la queue et compression du corps

L'adaptation la plus visible est la queue aplatie latéralement formant une palette natatoire, caractère unique chez les « reptiles » (Fig. 19). Cette queue plate qui leur sert de gouvernail et de godille, ne se rencontre pas chez les couleuvres marines (Fig. 20).

L'aplatissement de la queue s'accompagne chez les formes développées, telles *Enhydrina schistosa*, d'un étirement dorso-ventral des vertèbres caudales qui augmente la rigidité de la queue et permet une nage plus efficace (Fig. 18).

Cet étirement vertébral ne se rencontre pas chez les espèces moins développées et chez les serpents marins amphibies.

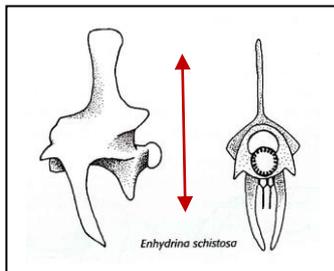


Fig 18 - Vertèbre de la queue d'*Enhydrina schistosa*. d'après Thireau 1967 in Ineich 2004

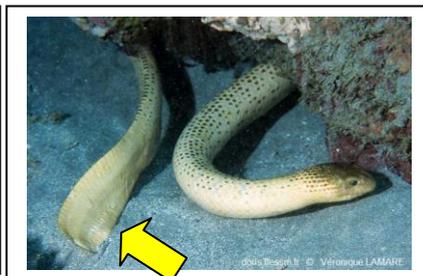


Fig 19 - Queue aplatie d'*Aipysurus laevis* © Véronique Lamare Doc DORIS

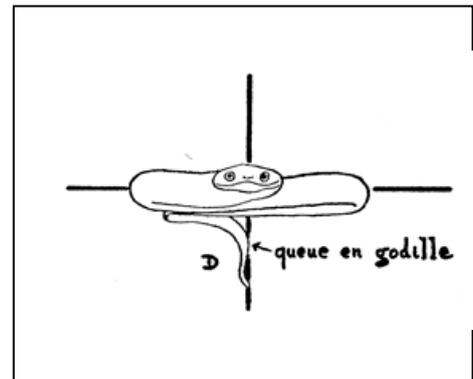


Fig 20 -Nage d'un serpent D'après Bernard Heuvelmans

Des cellules photosensibles dans la queue

En 1999, on a découvert des cellules photosensibles dans la queue d'*Aipysurus laevis*. Ces cellules permettent à l'animal d'être renseigné sur la position de sa queue quand la tête se trouve à l'abri de la lumière dans une cachette pendant la journée. Il pourra ainsi la mettre hors de vue d'éventuels prédateurs.

Compression latérale du corps et quille ventrale (Fig.21)

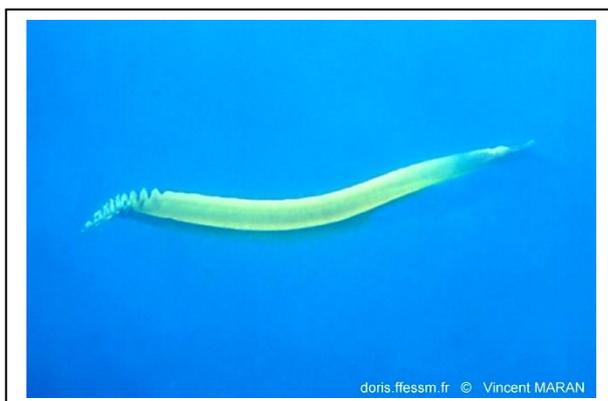


Fig. 21 - *Pelamis platura* © Vincent Maran Doc DORIS

Lorsque les serpents marins Elapidés se déplacent dans l'eau, il se forme une expansion cutanée médio ventrale. Elle accroît la surface de propulsion du corps lors des mouvements ondulatoires latéraux.

7.1.3 Les écailles et la coloration du corps

Les écailles (Fig. 22 et 23)

Les écailles situées le long du corps d'un serpent sont appelées « écailles dorsales ». La rangée médio ventrale porte le nom de « plaques ventrales », celles-ci sont larges et se chevauchent d'avant en arrière chez les serpents terrestres.

Ce type d'écailles persiste chez les serpents amphibiens (*Laticauda*) et chez certaines espèces peu développées (*Aipysurus* ou *Emydocephalus*). Cette disposition engendre une résistance lors de la nage à reculons. Chez les espèces marines (*Acrochordes*, *Hydrophides*) les écailles ventrales sont peu différenciées des écailles dorsales voisines. Cette disposition permet la nage à reculons avec une moindre résistance. Chez *Pelamis* les écailles sont juxtaposées et ne se chevauchent pas, la nage à reculons est alors efficace. La disparition des plaques ventrales entraîne la perte de la capacité de se déplacer à terre chez les serpents marins vrais.

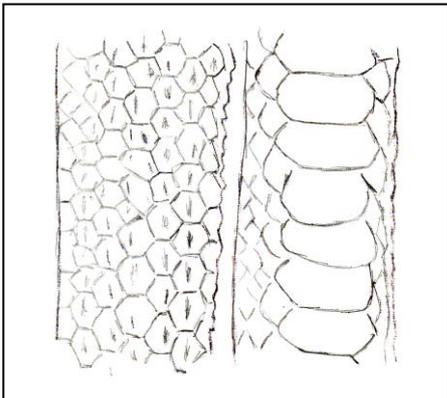


Fig. 22 - A droite plaques ventrales larges d'*Emydocephalus annulatus* ; à gauche les plaques ventrales d'*Hydrophis major* sont très proches des écailles dorsales.
Dessin d'après photo MNHN/I.Ineich 2002



Fig. 23 - Ecailles dorsales de *Laticauda colubrina*.
Komodo avril 2011 © Raymond Morelon

Coloration du corps

La majorité des serpents marins présente une alternance d'anneaux clairs et sombres ou des taches en forme de selles dorsales. Certaines espèces ont cependant une robe uniforme. On constate souvent un polymorphisme des couleurs. *Pelamis platura* habituellement bicolore peut être entièrement claire, *Emydocephalus annulatus* entièrement noir.

Les dessins sont plus prononcés chez les juvéniles et deviennent plus diffus chez l'animal âgé (Fig. 24 et 25).

Les colorations annelées auraient un rôle de camouflage dans les biotopes coralliens plutôt qu'une fonction aposématique* avertissant du danger pour un éventuel prédateur.



Fig. 24 - *Aipysurus laevis* juvénile © Cédric Mitel
. Doc DORIS



Fig. 25 - *Aipysurus laevis* adulte © Stéphane Ores
Doc DORIS

7.1.4 Masse corporelle

Il y a une évolution vers deux types de formes chez les serpents protéroglyphes marins : microcéphale et massive trapue.

Les espèces du genre *Hydrophis* en particulier (Fig. 26 et 27) présentent une partie antérieure du corps amincie (tête et cou) et une partie postérieure plus massive, ce qui leur donne un peu l'aspect d'un plésiosaure* en miniature qui aurait perdu ses palettes natatoires. Une telle anatomie faciliterait la recherche des proies dans les trous ou les crevasses et permettrait en dehors de tout point d'appui de se détendre et d'atteindre avec précision une proie en pleine eau.

Chez d'autres espèces l'évolution a entraîné l'augmentation du diamètre corporel a donné un corps massif (*Aipysurus laevis*; *Lapemis curtus*, *Astrotia stokesii*). Les habitudes alimentaires de ces espèces sont plus différenciées que celles des microcéphales

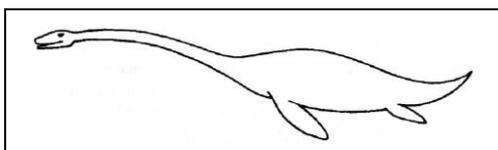


Fig 26 - Plésiosaure. *Hydrothecrosaurus*
(Crétacé) D'après Beaumont

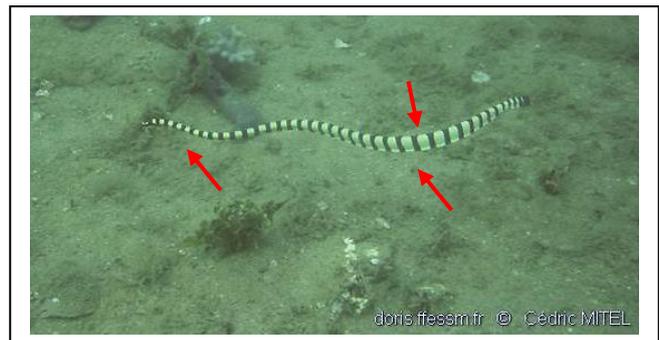


Fig 27 - *Hydrophis coggeri* . L'avant du corps aminci, la partie postérieure épaissie et la quille ventrale se distinguent bien. © Frédéric Mitel Doc DORIS

7.1.5 Les valves buccales et nasales

Les narines et la bouche sont munies de valves qui se ferment au moment de la plongée empêchant la pénétration de l'eau. Les valves nasales sont fixées sur le bord antérieur de la narine. Simples chez les formes les moins inféodées au milieu marin, elles sont plus perfectionnées chez les formes les plus développées. Elles s'ouvrent alors vers l'intérieur et leur fonctionnement est assuré par un tissu spongieux érectile comparable au corps caverneux du pénis des mammifères.

Les narines des serpents du genre *Laticauda* sont placées en position latérale comme chez les serpents terrestres. Chez les serpents marins vrais, elles se situent au-dessus du museau ce qui permet à l'animal de respirer sans devoir sortir la tête de l'eau.

7.1.6 Position du cœur

A l'exception de *Pelamis platura* dont le cœur est situé en avant, les serpents marins ont un cœur placé plus en arrière que chez les protérogllyphes terrestres. Cela leur confère une meilleure répartition de la masse corporelle facilitant la locomotion dans l'eau et une meilleure circulation sanguine lors des déplacements verticaux en plongée. (Fig. 28)

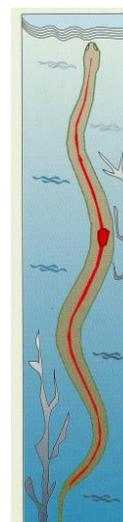


Fig. 28 - Position du cœur chez un serpent marin. © Yannick Vasse

7.1.7 La mue

Régulièrement les serpents semblent "changer de peau". En réalité, ils se débarrassent des cellules cornées mortes de leur épiderme. Si les mammifères desquament discrètement et en permanence, tandis que les lézards perdent leur mue par lambeaux, les cellules superficielles de l'épiderme des serpents se renouvellent de manière synchrone. La peau commence à se détacher autour de la bouche puis s'enlève en un seul morceau.

Un serpent terrestre libère d'abord sa tête puis se contorsionne pour sortir du fourreau corné, se frottant sur le substrat – sol, pierre ou branche – pour faciliter son retournement le long du corps comme une manche de vêtement qu'on ôte en le laissant à l'envers (Bauchot et Vaste 2005).

Les serpents amphibiens muent à terre. La fréquence de leurs mues est comparable à celle des serpents terrestres.

Les serpents marins vrais vivant non loin des côtes peuvent se frotter contre les coraux et faire varier le diamètre de leur corps (Fig. 29). Mais comment muer pour *Pelamis platura*, espèce de pleine mer où il n'y a aucun support ? La pélamide adopte un comportement particulier. Elle forme des anneaux avec son corps et les frotte les uns contre les autres tout en faisant varier son diamètre corporel. Elle nage également d'avant en arrière afin d'utiliser la résistance de l'eau.

La fréquence des mues des serpents marins vrais est supérieure à celle des serpents terrestres. Elle se produit toutes les deux à six semaines en moyenne (Ineich et Laboute 2002). Cette fréquence, qui dépasse les seuls besoins de la croissance, permet au serpent de se débarrasser des parasites et autres organismes phorétiques* qui nuisent à la respiration cutanée.

La mue est précédée d'une période au cours de laquelle le serpent ne s'alimente pas et diminue son activité. Les couleurs de la peau deviennent ternes et les yeux opaques.



Fig - 29 Mue d'*Emydocephalus annulatus*
Doc DORIS © Virginie Leon

7.2 Adaptations liées à l'approvisionnement en dioxygène et aux échanges gazeux lors des plongées.

La libération de l'énergie contenue dans les nutriments se réalise grâce à l'oxygène. Les serpents, animaux hétéothermes* (à sang froid), ont moins de besoin en dioxygène que les animaux homéothermes* (à sang chaud) qui consomment de l'énergie pour produire de la chaleur et maintenir leur température interne.

Chez les serpents marins, les réactions physiologiques qui dépendent de la chaleur sont plus lentes que chez les espèces vivant à terre où la température est plus élevée (gestation plus longue. Croissance plus lente).

7.2.1 La respiration pulmonaire

Tous les serpents présentent un poumon en trois parties, souvent unique à cause de la forme de leur corps qui limite l'espace disponible. C'est le poumon droit qui est développé, le gauche étant le plus souvent absent ou atrophié. Chez tous les Elapidés marins le poumon gauche est absent sauf chez *Ephalopsis greyi* qui en a un vestigial. Le poumon se présente comme un tube divisé en 3 parties (Fig. 30):

- le poumon trachéen
- le poumon bronchial
- le poumon sacculaire

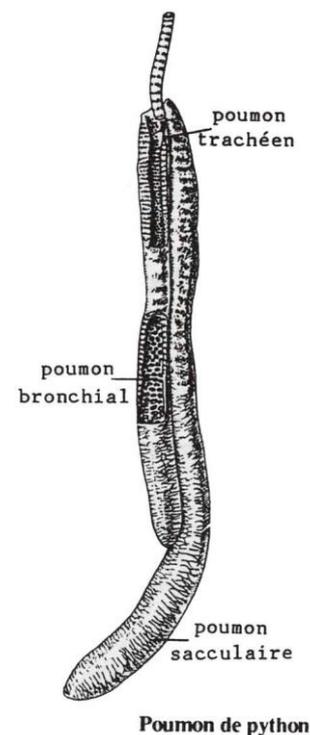


Fig. 30 - D'après R. Platel

- ✓ Le poumon trachéen est la trachée transformée comme le montrent des vestiges cartilagineux encore visibles ventralement. Il est très vascularisé et généralement plus grand chez les serpents marins que chez les protérotyphes terrestres.
- ✓ Le poumon bronchial, souvent de diamètre supérieur correspond au poumon proprement dit.
- ✓ Le poumon sacculaire est une poche non vascularisée servant seulement de réserve d'air. Chez les espèces terrestres, le poumon sacculaire est moins grand, plus fin et moins musclé et que chez les serpents marins. Cette musculature développée permet d'envoyer de l'air vers les surfaces d'échange à l'avant du corps lors des plongées. Ce sac aérien, outre son rôle dans la ventilation du poumon alvéolaire, jouerait un rôle hydrostatique comparable à la vessie natatoire chez les poissons.

La conformation tripartite des poumons permet d'assurer la respiration lorsque le serpent avale de très grosses proies obstruant en partie les voies respiratoires. Les mouvements respiratoires des serpents sont uniquement dus à la musculature costale qui se trouve plus ou moins bloquée lors de l'ingestion d'une proie volumineuse. Au début de l'ingestion, le poumon trachéen se trouve bloqué : le poumon bronchial assure alors la respiration, le poumon sacculaire lui envoyant de l'air. Lorsque la proie a progressé dans les voies digestives, c'est le poumon bronchial qui se trouve bloqué. La respiration est alors assurée par le poumon trachéen qui est libéré (Fig. 31).

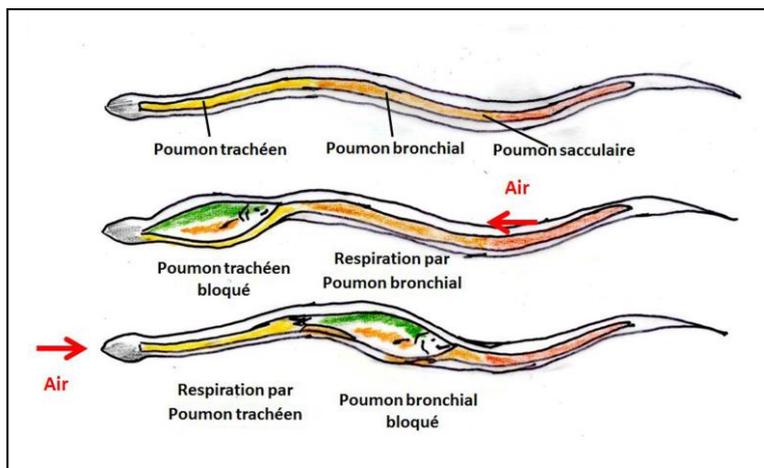


Fig. 31. la respiration d'un serpent lors de l'ingestion d'une proie volumineuse. Dessin d'après une planche de Pour la Science.

7.2.2 *La respiration cutanée.*

La respiration cutanée observée chez les serpents marins leur permet de rester immergés pendant de longues périodes et à des profondeurs importantes. Bien que la peau kératinisée de ces « reptiles » ne favorise pas les échanges gazeux, ceux-ci sont rendus possibles grâce à une densité des capillaires sanguins sous cutanés supérieure à celle des serpents terrestres.

Le poumon de la pélamide bicolore devrait théoriquement lui assurer une autonomie de 17 minutes en plongée. Or, on a constaté qu'elle peut faire des plongées de plus d'une heure. C'est la respiration cutanée qui assure le complément des besoins en oxygène.

Les échanges gazeux cutanés sont faibles chez les espèces de mangrove où les eaux sont pauvres en dioxygène et riches en dioxyde de carbone. Ils sont importants chez les serpents des récifs coralliens aux eaux riches en dioxygène.

Chez les serpents marins, 20 % des échanges gazeux de dioxygène se font par la peau et la presque totalité du gaz carbonique produit est éliminée par cette voie. Il est probable que la respiration cutanée contribue à l'élimination de l'azote lors des plongées et éviterait chez ces serpents le risque d'accident de décompression.

7.2.3 *Les shuntages cardiaque et pulmonaire*

Le poumon des serpents marins peut être privé durant les plongées d'une partie importante du sang qui lui arrive en temps normal. La dérivation suit 2 voies :

Voie 1. Le sang veineux pauvre en oxygène qui arrive au cœur n'est pas envoyé vers le poumon mais retourne dans la circulation générale. Il passe directement du ventricule droit au ventricule gauche par un petit orifice interventriculaire. Ce shuntage* cardiaque est également présent chez les espèces terrestres pour lesquelles il a un rôle important dans la thermorégulation.

Voie 2. Le sang veineux est bien envoyé vers le poumon mais une chute locale de la pression sanguine empêche les échanges gazeux intrapulmonaires (Ineich 2004).

Le poumon peut aussi être shunté par une connexion directe entre l'artère partant du poumon et la veine qui y arrive. Grâce au jeu de la musculature entourant les vaisseaux de cette zone, une quantité importante de sang pauvre en dioxygène est envoyée dans les régions cutanées périphériques en évitant le passage dans les poumons.

De ces mécanismes résulte une faible pression partielle d'oxygène dans le sang qui favoriserait la diffusion au niveau de la peau de l'oxygène dissous dans l'eau de mer et la conservation de l'oxygène dans les poumons.

7.2.4 Les plongées

➤ La durée des plongées

Les serpents marins vrais passent la majeure partie de leur vie sous l'eau. Ils s'alimentent, se reproduisent et se reposent au fond ; les remontées en surface, indispensables à la respiration, et les descentes se font toujours verticalement.

Une étude menée sur 800 plongées chez 9 serpents a montré que leur durée moyenne est de 30 minutes mais que les plongées d'une heure ne sont pas rares.

Pelamis platura a réalisé une plongée record en milieu naturel de trois heures et trente-trois minutes à une profondeur de cinquante mètres.

Le métabolisme bas des serpents favorise la durée des plongées. Oiseaux et mammifères ont un métabolisme élevé : animaux homéothermes* une proportion importante de l'oxygène et des nutriments sert à maintenir leur température interne à un niveau élevé. Les serpents, animaux hétéothermes*, assurent leurs besoins caloriques par des sources extérieures de chaleur. La demande en dioxygène d'un reptile est environ 1/6 de celle d'un mammifère de même masse.

➤ Profondeur des plongées

Bien que l'on puisse rencontrer des serpents marins à des profondeurs de 90 à 100 mètres (*Aipysurus laevis* a été signalé à 133 mètres de profondeur en Australie), la plupart ne dépassent pas 65 à 70 mètres. Exception faite de *Pelamis platura* espèce pélagique, ils occupent des eaux côtières dont la profondeur est inférieure à 140 mètres.

La profondeur des plongées de la pélamide bicolore est fonction de celle de l'isotherme 18°C et varie avec les saisons : 20 mètres en saison sèche et 50 mètres en saison humide (Ineich et Laboute 2002). Ce serpent utiliserait les plongées pour sa thermorégulation en évitant les eaux de surface dont la température est souvent excessive.

La profondeur joue un rôle important dans la séparation des habitats des différentes espèces. Certaines, telles *Aipysurus fuscus* ou *Aipysurus duboisii*, se nourrissent à faible profondeur alors que d'autres, comme *Acalytophis peroni* et *Hydrophis melanocephalus* chassent à plus de 55 mètres (Fig. 44 page 36)

➤ Le rythme cardiaque lors des plongées

Chez les vertébrés marins qui plongent (homme compris), lors d'une plongée, le rythme cardiaque diminue même s'il y a un effort physique. Il y a une vasoconstriction périphérique permettant une meilleure oxygénation des organes vitaux (cœur et cerveau). Lors du retour en surface, la vasoconstriction périphérique cesse et le cœur reprend son rythme normal.

Chez les serpents marins il n'y a pas de vasoconstriction lors de la plongée car elle empêcherait les échanges gazeux cutanés. Le rythme cardiaque diminue mais varie avec l'activité du serpent. Il augmente si l'animal est actif sous l'eau.

Lors de la respiration en surface le rythme cardiaque et la fréquence respiratoire augmentent ce qui optimise les échanges gazeux qui se font alors rapidement. Les vertébrés terrestres diminuent leur fréquence cardiaque en plongée alors que les serpents marins l'augmentent lors de la respiration (Ineich 2004).

➤ La décompression

Deux mécanismes ont été proposés pour expliquer la façon dont les serpents marins évitent l'accident de décompression lors de leur retour en surface après une plongée.

Ces serpents passent un temps très court en surface pour respirer (une à trois inspirations). Pour les uns ce temps serait insuffisant pour que les bulles d'azote aient le temps de se former. Pourtant il n'est pas rare de voir des serpents rester en surface pendant de longues périodes sans accident de décompression.

Pour les autres, ce sont les shunts cardiaques et pulmonaires qui régulent la quantité d'azote présente dans le sang. Ces shunts évitent le passage du sang par les poumons et donc limitent la quantité d'azote présente dans la circulation. De plus, ces mécanismes favorisent la respiration cutanée par laquelle une partie de l'azote pourrait être éliminée.

A noter que la durée des apnées est la même que le serpent soit en surface ou en plongée.

7.3 Adaptation liée à la forte concentration en sels du milieu.

Les sels sont indispensables à la vie mais un excès ou une carence sont incompatibles avec celle-ci. La concentration en sels du milieu intérieur d'un animal doit être maintenue à un niveau compatible avec la vie.

La concentration saline est liée au phénomène de l'osmose. Lorsque deux solutions à des concentrations en sels différentes sont séparées par une membrane semi-perméable, on constate que le solvant, ici l'eau, diffuse de la solution la moins concentrée vers la plus concentrée. L'eau de mer a une concentration moyenne en sels de 35 ‰, supérieure à celle du milieu intérieur des serpents. Les lois de l'osmose devraient entraîner la déshydratation et la mort du serpent car l'eau de son corps devrait aller vers la mer milieu le plus concentré.

Plusieurs mécanismes interviennent pour maintenir l'équilibre hydrominéral du serpent.

► La peau, bien que permettant des échanges gazeux, est assez imperméable aux sels et s'oppose à leur entrée. De plus elle serait capable de laisser entrer de l'eau douce contre le gradient osmotique et elle résisterait à sa sortie.

► L'ingestion d'eau de mer est limitée. Les serpents marins ne boivent pas l'eau de mer. La plupart possèdent une encoche dans la mâchoire qui leur permet de sortir la langue sans desserrer les mâchoires et donc sans ingérer d'eau de mer. La consommation de proies dont la concentration en sels est inférieure à celle du milieu marin suffirait à couvrir leurs besoins en eau. A terre, les serpents amphibies boivent de l'eau douce. En mer, les serpents pourraient boire dans la couche d'eau peu salées qui se forme en surface lors de très fortes pluies.

► Malgré tout, les Elapidés marins doivent avoir recours à une excrétion active* des sels. C'est la glande à sel qui assure cette fonction (Fig. 32). Elle permet d'éliminer l'excédent de sels ingéré avec les proies. Cette glande à sel, localisée dans la mâchoire inférieure, est une glande salivaire modifiée qui sécrète activement une saumure contenant des sels (NaCl, KCl) à des concentrations supérieures à celle du sang du serpent, voire à celle de l'eau de mer. La glande se prolonge par des canaux débouchant dans la gaine de la langue. Chaque fois que le serpent sort sa langue, l'excédent de sels est rejeté dans le milieu extérieur par la gaine de la langue.

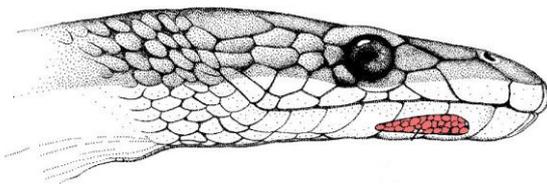


Fig. 32 - Tête de *Pelamis platura* montrant la glande sublinguale postérieure ou glande à sel
D'après Heathwole

Hydrophis semperi bien que vivant dans le lac d'eau douce Taal a conservé une glande à sel fonctionnelle.

8. PREDATION ET ALIMENTATION

8.1 Généralités

Les serpents sont des prédateurs. C'est la tête qui concentre les organes de détection des proies et qui assure la prise de la nourriture. Les proies peuvent être très volumineuses par rapport au serpent.

Les dents des serpents ne peuvent pas couper ou broyer. Les serpents avalent leurs proies entières ce qui nécessite des adaptations anatomiques.

La proie doit être tuée avant ingestion. Les serpents venimeux le font à l'aide de leur venin qu'ils injectent à la proie, les serpents constricteurs en étouffant leur victime.

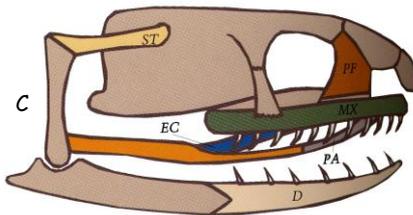


Fig. 33 - Crâne de couleuvre

C: carré; D: dentaire; MX: maxillaire; PA: palatin; PF: préfrontal; PT: ST: supratemporal; EC: ectoptéridoïde. Les os du palais sont lâchement suspendus sous la boîte crânienne
D'après J-P: GASC

Le cinétisme crânien (Fig. 34)

Des proies de grande taille peuvent être ingérées en raison d'une disposition anatomique unique: le cinétisme crânien. Tous les os du maxillaire et du palatin portant des dents (mâchoire supérieure) ainsi que les mandibules (mâchoire inférieure) ont des attaches flexibles avec le crâne et sont fortement mobiles. Les deux mandibules en particulier ne sont pas soudées; elles sont reliées l'une à l'autre sur toute leur longueur par des ligaments et peuvent être largement ouvertes et écartées. Elles se déplacent librement et indépendamment lors de la pénétration de la proie dans la gueule. Les os dentés de la mâchoire supérieure sont indépendants de l'os carré qui permet, en pivotant, une très large ouverture de la bouche.

Les dents, pointues et recourbées servent à maintenir la proie et à faciliter sa progression dans l'œsophage. Les côtes, non fixées, peuvent s'ouvrir et les écailles qui se chevauchent peuvent se distendre.

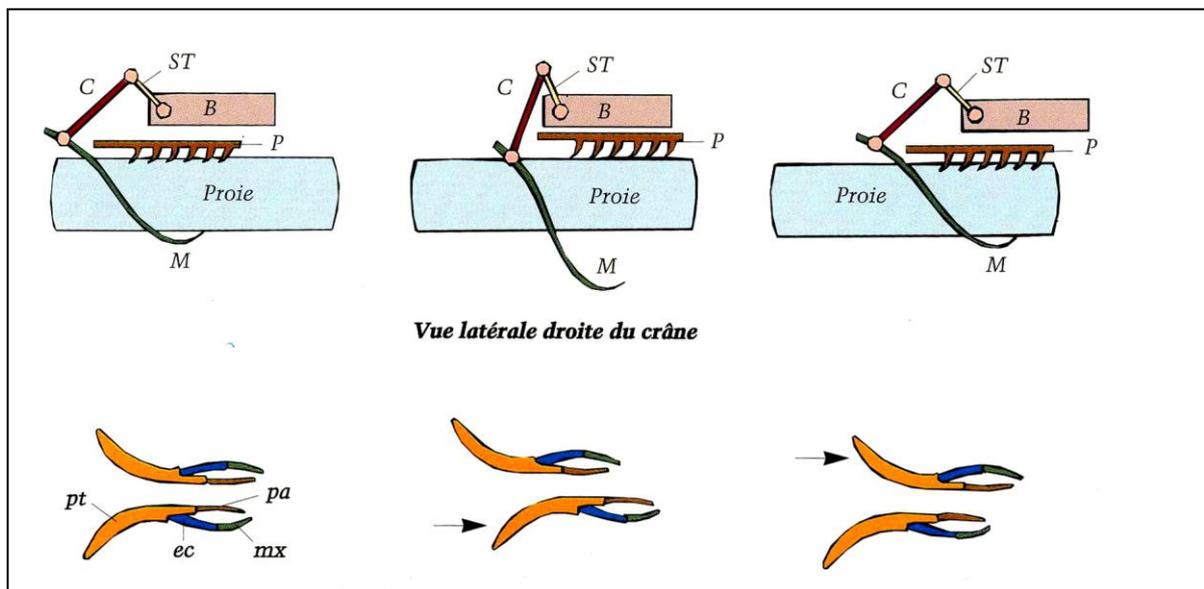


Fig. 34 - Transport de la proie dans la cavité buccale. .

Tout se passe comme si la tête avançait par rapport à la proie.

B, boîte crânienne ; **C**, carré ; **P**, palais ; **ST**, supratemporal ; **M**, mandibule.

Pa, palatin ; **mx**, maxillaire ; **ec**, ectoptérygoïde ; **pt**, ptérygoïde

D'après JP Gasc 2005

8.2 Nature des proies.

En raison du peu d'observations en milieu naturel, la nature des proies des serpents marins est principalement connue grâce à l'analyse de leur contenu stomacal. La taille des proies et la profondeur de leur capture diffèrent selon les espèces de serpents.

8.2.1 Des espèces généralistes alimentaires

Le régime alimentaire de certaines espèces, dites généralistes, peut être varié. Elles consomment des proies de différentes formes et appartenant à plusieurs taxons (crevettes, poissons, céphalopodes). *Lapemis curtus* est représentatif de ce groupe.

Néanmoins la plupart des serpents marins mangent essentiellement des poissons. Ce sont généralement des poissons benthiques qui vivent sur le récif corallien ou sur les surfaces sableuses proches de celui-ci.

L'étude du contenu stomacal d'*Hydrophis ornatus* en Thaïlande a permis d'identifier six familles de poissons parmi les proies (*Apogonidae*, *Halocentridae*, *Labridae*, *Scaridae*, *Leiognathidae*, *Nemipteridae*).

8.2.2 Des spécialisations diverses.

La spécialisation alimentaire peut être plus stricte et porter non seulement sur un taxon donné mais aussi sur la forme des proies. Ainsi plusieurs espèces de serpents ne se nourrissent que de murènes et de congres, d'autres de gobies ou de poissons chats (Fig. 35). Certaines ne consomment que des proies cachées dans leurs abris et se montrent indifférentes envers les poissons nageant près d'eux en pleine eau.

Les poissons sont avalés le plus souvent tête la première pour éviter les piquants dont ils sont souvent dotés. Cependant, des serpents ont été vus avec les épines de nageoires ayant transpercé leur corps.

Plusieurs espèces de *Laticauda* ne se nourrissent que de murènes et de congres capturés en mer et digérés à terre. L'étude du contenu stomacal de ces serpents a permis de découvrir de nouvelles espèces de murènes. En effet les proies de ces « reptiles » et les murènes, capturées par les scientifiques lors d'échantillonnages, apparaissent comme significativement différentes.

Ces poissons, longs de 15 à 30 centimètres, peuvent parfois atteindre 80 % de la taille du serpent et 70 % de son poids (Fig. 43, page 75).

8.2.3 Le cas de la Pélamide bicolore

Pelamis platura a un régime alimentaire comportant des proies variées mais de petite taille, juvéniles de nombreux poissons, qu'elle capture en s'embusquant dans les slicks. Espèce pélagique, elle vit à faible profondeur mais s'alimente principalement en surface. Elle est capable de nager à reculons pour surprendre ses proies.



Fig. 35 - *Hydrophis major* ayant capturé un poisson chat *Plotosus lineatus* Doc DORIS © Cedric Mitel



Fig. 36 - Exploration d'une crevasse. Komodo avril 2011 © Raymond Morelon

8.2.4 Des mangeurs d'œufs

C'est la spécialisation la plus poussée. Certaines espèces sont spécialisées dans la consommation d'œufs de poissons qui sont prélevés par aspiration ou grattage du substrat. Plusieurs centaines d'œufs peuvent être avalées lors d'un repas. Seules deux espèces consomment exclusivement des œufs de poissons, *Emydocephalus annulatus* et *Emydocephalus ijimae*, une troisième s'en nourrit majoritairement, *Aipysurus eydouxii*. Chez *Emydocephalus annulatus*, une fusion des écailles supra et infra labiales renforcerait la région buccale lors du grattage du substrat (Fig. 37). (Ineich 2004)

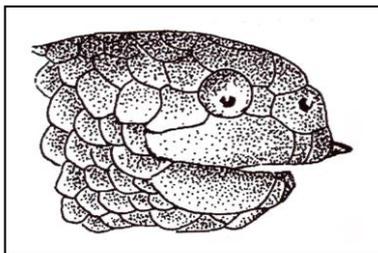


Fig. 37 - Tête d'*Emydocephalus annulatus*. La grande taille des écailles labiales est bien visible. D'après Mc Carthy in Ineich 2004

8.2.5 Des architectures crâniennes spécialisées

Les crânes des serpents marins montrent une adaptation aux types de proies.

Chez *Aipysurus eydouxii*, (Fig. 38 A) espèce spécialisée dans la consommation des œufs de poissons, les os du crâne sont peu mobiles et présentent peu de reliefs osseux. La musculature céphalique et les dents de petite taille sont spécialisées pour la collecte des œufs et leur déglutition.

Chez *Lapemis curtus*, (Fig. 38 B) généraliste alimentaire, le crâne est typique de la famille des élapédés avec de nombreuses crêtes osseuses. La musculature qui s'y insère, permet la capture de proies mobiles en pleine eau qui doivent être ingérées rapidement.

Chez *Hydrophis melanocephalus*, (Fig. 38 C) espèce se nourrissant de murènes, le crâne est étroit et allongé avec une mobilité osseuse de ses éléments et des reliefs osseux permettant l'insertion de muscles autorisant l'ingestion de proies longues et étroites. (Ineich 2004)

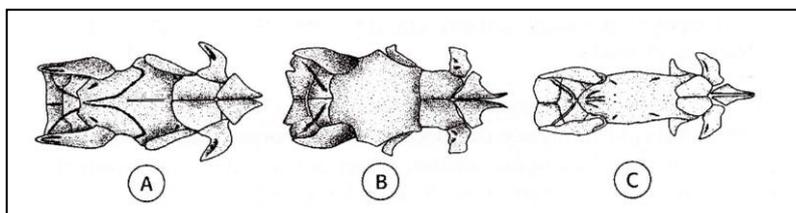


Fig. 38 - Adaptation du crâne aux régimes alimentaires. Young 1987 in Ineich 2004.

La taille des dents et des crochets diffère selon le régime alimentaire des serpents. Chez les serpents mangeurs d'œufs de poissons, les dents sont petites et les crochets très courts, 0,6 millimètres chez *Emydocephalus annulatus*. Chez les espèces généralistes alimentaires, les dents sont plus grandes et les crochets plus longs, 4,2 millimètres chez *Aipysurus laevis*.

8.3 Détection des proies et méthodes de chasse

8.3.1 Détection des proies

La vision des serpents marins est uniquement sensible aux mouvements. Son rôle reste mineur dans la détection des proies, en effet le taux de captures est identique de jour comme de nuit.

Ce sont plutôt la chémoreception et les vibrations créées par les proies qui permettent au serpent de les détecter.

La chémoreception :

L'olfaction du serpent se fait par chémoreception*. Des récepteurs (chémorecepteurs ou chimiorécepteurs) détectent les substances chimiques contenues dans l'eau de mer. Chez les serpents marins, la chimioréception est assurée par l'organe de Jacobson, organe situé dans une cavité s'ouvrant sur le palais (Fig. 40). C'est la langue qui récolte les particules odorantes émises par une proie et les amène jusqu'à l'organe. La langue des serpents est bifide. Si la branche gauche reçoit plus de particules odorantes que la branche droite, l'animal est informé que la source des odeurs est située à sa gauche. Il s'orientera dans cette direction et, dès que les deux branches recevront une même quantité de particules odorantes, il se dirigera droit vers sa proie.

Les serpents marins ne sortent que la partie bifide de leur langue alors que les espèces terrestres la sortent entièrement (Fig. 39 et 40). Cela permet de limiter les entrées d'eau salée.

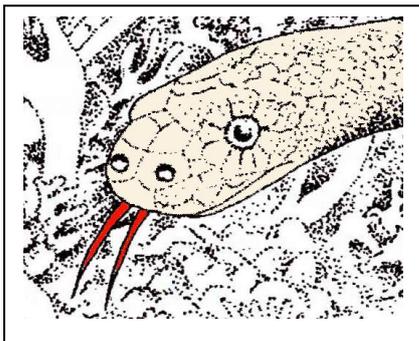


Fig. 39 - Chimioréception par la partie terminale de la langue. Détail colorisé d'un dessin d'après une photo de C. Pollitt. Heatwold Fauna of Australia

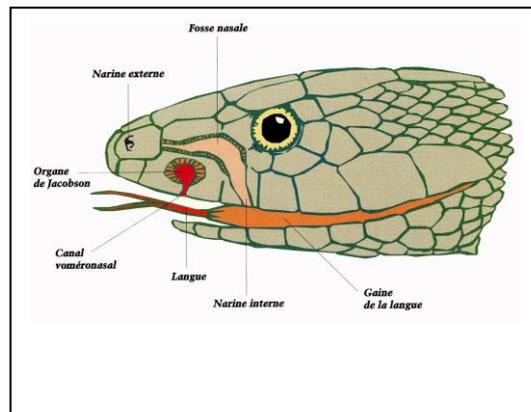


Fig. 40 - Fosse nasale et organe de Jacobson chez la couleuvre. D'après R. Platel 2005



Fig. 41 - Sortie de la langue chez *Pelamis platura*
© Brian Skerry Document National geographic

8.3.2 Méthodes de chasse.

On observe deux techniques de chasse chez les serpents marins, l'exploration active du fond ou l'embuscade.

➤ L'exploration active

Certains serpents explorent les crevasses ou le sable dans lesquels s'abritent les proies. Ils introduisent leurs têtes et une partie du corps dans le terrier ou dans le sable à la recherche d'une proie. (Fig. 36).

D'autres explorent activement la zone située près du fond. Le serpent nage à proximité du fond et attaque les proies rencontrées. C'est la maraude. *Enhydrina schistosa* est représentatif de ce groupe. Les proies attaquées sont des poissons qui se reposent.

➤ L'embuscade

Les couloirs marins, formés par la rencontre de plusieurs courants entraînant avec eux une grande quantité de débris organiques (algues, branches, bois flottant), attirent de nombreux poissons et leurs larves. *Pelamis platura* se tient à l'affût dans ces couloirs, la tête dirigée vers le bas (Fig. 42). Elle capture les poissons passant à proximité en nageant à reculons si nécessaire. Les mouvements du corps et de la queue du serpent attireraient les poissons. C'est le seul élapidé pratiquant l'embuscade, technique fréquente par ailleurs chez les vipères.

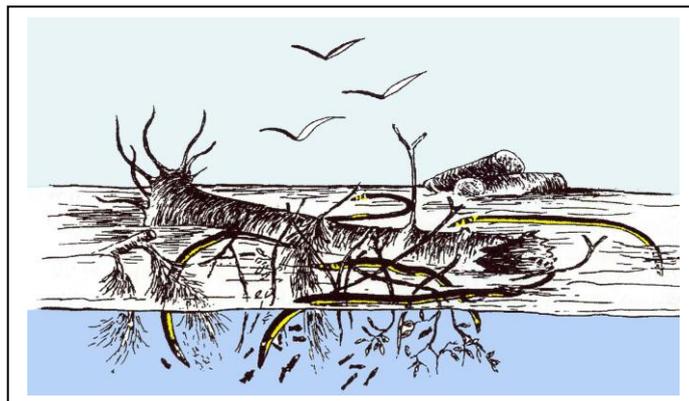


Fig. 42 - Pélamides bicolores à l'affût dans un slick D'après Dunson et Ehlert 1971 (colorisé) in Ineich 2004.

8.4 Ingestion et digestion des proies :

Les poissons sont tués par envenimation puis avalés rapidement en général la tête la première. La digestion se fait rapidement.

Beaucoup de serpents se contentent d'une seule proie de bonne taille lors d'un repas, peut-être parce que la dépense énergétique est moindre que celle nécessaire à l'absorption de plusieurs proies de taille plus réduite. Chez *Pelamis platura* qui se nourrit de petits poissons, il est fréquent de rencontrer 10 à 15 poissons dans un même estomac.



Un solide appétit !

La taille des proies dont le diamètre peut être supérieur à celui du serpent, peut atteindre 150 % du poids du serpent. Cela reviendrait, pour un homme de 60 Kg, à avaler en une fois un hamburger de 80 Kg ! (I. Inech)

Il arrive même que les serpents marins s'attaquent à des proies trop grosses pour être avalées entièrement. Une partie de la proie dépasse de la gueule du « reptile » alors que la partie ingérée est déjà partiellement digérée.

Fig. 43 - *Laticauda colubrina* absorbant une murène © Michel Combat. Doc DORIS

8.5 Partage des ressources et zones de chasse.

Les serpents marins sont capables d'exploiter les ressources d'un territoire donné sans se gêner. Ils y parviennent de diverses manières..

Dans le lac d'eau saumâtre Tegano dans l'île de Rennel cohabitent deux espèces du genre *Laticauda* : *L. colubrina* et *L. crokerii*. Elles exploitent le même biotope aux mêmes heures sans se gêner car la première se nourrit uniquement de murènes et la seconde de gobiidés.

La taille des mâles de *Laticauda colubrina* est inférieure à celle des femelles. Les mâles se déplacent dans des eaux moins profondes que les femelles et ne se nourrissent pas des mêmes espèces de poissons anguilliformes (murènes et congres). Ils ingèrent des poissons de petite taille et souvent plusieurs à la fois. A taille corporelle égale, la tête des femelles est plus grosse que celle des mâles. Elles fréquentent des eaux plus profondes et avalent une seule proie de taille plus importante par repas. Les deux groupes de proies occupent des habitats différents. Mâles et femelles de *Laticauda colubrina* correspondent presque à deux espèces différentes.

Sur un même site peuvent coexister plusieurs espèces de serpents marins. Les serpents se nourrissent de proies différentes à des profondeurs différentes.

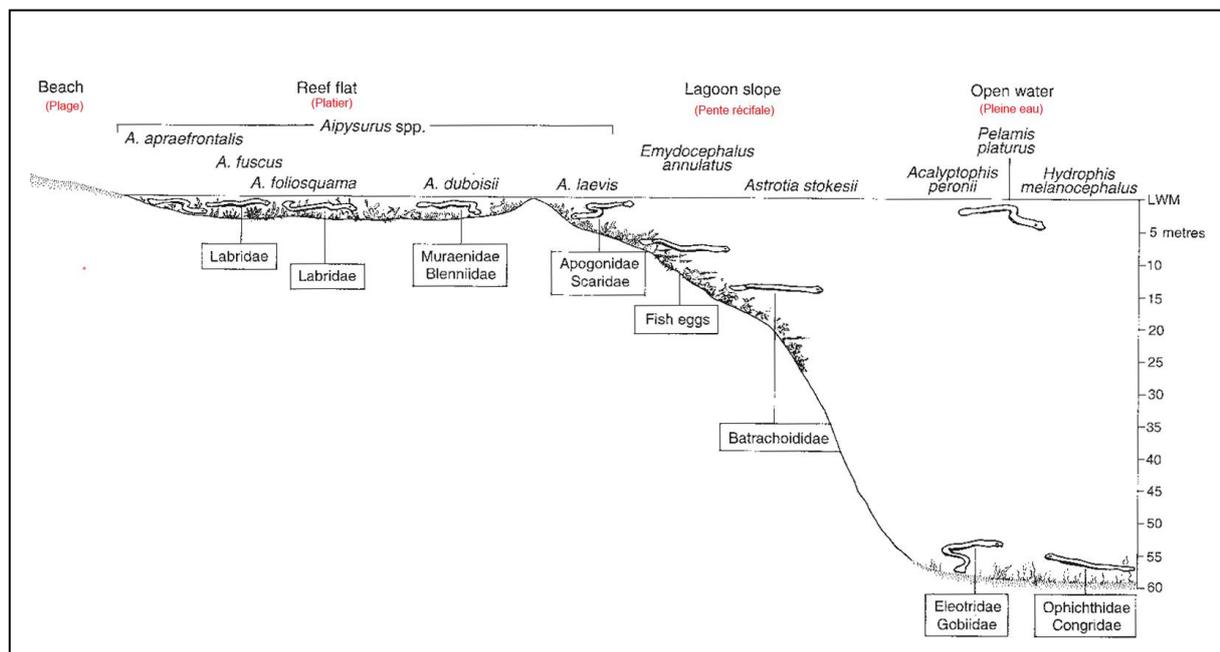


Fig. 44 - Répartition spatiale et écologique des serpents marins sur la côte sous le vent du récif Ashmore en Australie, d'après Heatwole.

Les proies préférées de plusieurs espèces sont indiquées.

9. REPRODUCTION.

9.1 Oviparité et viviparité

Deux modes de reproduction sont présents chez les élapidés marins : oviparité et viviparité.

Oviparité

Les serpents amphibiens du genre *Laticauda* sont tous ovipares. N'étant pas encore totalement affranchis du milieu terrestre, ils doivent venir à terre pour y déposer leurs œufs mais également pour digérer leurs proies et muer.

Les serpents terrestres ovipares ont des pontes pouvant comporter près d'une centaine d'œufs. Chez *Laticauda colubrina* en Nouvelle Calédonie, le nombre d'œufs pondus peut atteindre 12 à 14 mais est en moyenne de 1 à 7 (Ineich et Laboute 2002).

Les œufs sont déposés à terre dans des zones humides ce qui évite leur dessiccation.

Viviparité

La vie complètement marine des serpents marins vrais est incompatible avec une reproduction de type ovipare car les œufs pondus dans l'eau de mer ne peuvent pas survivre. Ils sont tous vivipares, c'est-à-dire que l'œuf est incubé dans les voies génitales de la femelle et les petits naissent actifs, les jeunes sortant de leur œuf en même temps que du corps de la femelle.

Bien que les portées des Elapidés marins vivipares puissent varier de 1 à 34, elles sont en général de 3 à 9 jeunes pour la majorité des espèces. Ce sont les femelles les plus grandes qui ont les portées les plus importantes.

9.2 Le dimorphisme sexuel

Chez les serpents marins, il y a un dimorphisme sexuel prononcé.

La taille et le poids sont en général plus élevés chez les femelles que chez les mâles.

Parmi 27 espèces chez lesquelles le dimorphisme sexuel est connu, 63 % présentent des femelles plus grandes que les mâles, 30 % des mâles plus grands que les femelles et 7 % chez qui les deux sexes sont de taille identique (Heatwole 1997 in I. Ineich). Chez *Laticauda colubrina*, la taille des mâles est très nettement inférieure à celle des femelles (environ 1/3), c'est le dimorphisme le plus important observé chez les serpents marins.

La longueur de la queue des mâles d'un certain nombre de serpents marins est supérieure à celle des femelles.

Chez *Emydocephalus annulatus*, l'épine rostrale est plus développée chez les mâles que chez les femelles. Sa fonction lors de l'accouplement est la stimulation de la femelle par le mâle qui frotte sa protubérance rostrale sur le dos et le cou de sa partenaire.

9.3 Reproduction et cycle de vie

9.3.1 La maturité sexuelle.

L'âge de la maturité sexuelle est très variable chez les serpents marins : 18 mois pour les mâles et les femelles chez *Enhydrina schistosa* ; aux Fidji 15 mois pour les mâles de *L. colubrina* et 26 mois pour les femelles ; 3 ans pour les mâles d'*Aipysurus laevis* et 4 à 5 ans pour les femelles.

9.3.2 Les périodes et fréquence de reproduction

Les cycles de reproductions varient selon les espèces et le lieu géographique. Ils sont mal connus. Certaines espèces se reproduisent n'importe quand, d'autres, bien que vivant dans un environnement marin relativement constant ont un cycle saisonnier.(Heatwole)

Tous les individus matures ne participent pas chaque année à la procréation. Cet espacement serait nécessaire aux femelles pour accumuler l'énergie nécessaire pour se reproduire (Heatwole)

9.3.3 Parades nuptiales et accouplement

Les serpents marins sont en général des animaux solitaires. Ils se rencontrent uniquement pour la reproduction. La reconnaissance des femelles par les mâles se ferait grâce à des substances chimiques spécifiques.

Les parades nuptiales sont très difficiles à observer dans la nature. Le mâle d'*Emydocephalus annulatus* frotte son rostre contre le dos et le cou de la femelle pour la stimuler. Le mâle d'*Aipysurus laevis* frotte sa tête contre celle de la femelle ; il nage ensuite en s'allongeant à côté d'elle avant la copulation.



Fig. 45 - Accouplement chez la pélamide bicolore.
© Michel Dune Document DORIS

9.3.4 La gestation et la naissance des jeunes

Chez les espèces marines l'importance des portées est plus faible que chez les espèces terrestres et la durée de gestation est plus longue.

La gestation

La durée de gestation des serpents marins ne peut être qu'estimée car il est très rare de pouvoir observer un même individu de l'accouplement à la mise bas. Cette estimation se fait en calculant le temps écoulé entre le pic des ovulations et le pic des naissances (Ineich 2004)

Les durées de gestation de 5 espèces sont connues : *Enhydrina schistosa* 3,5 mois, durée comparable à celle de la plupart des protérotylophes terrestres vivipares ; *Hydrophis inornatus* 5 mois ; *Hydrophis melanocephalus* 6 mois ; *Hydrophis inornatus* 5 mois ; *Aipysurus laevis* 7 à 9 mois (Greer 1997 in Ineich 2004).

Les embryons des espèces marines sont placés plus en avant du corps que chez les serpents terrestres ce qui donne un centre de gravité facilitant les déplacements dans l'eau.

La naissance des jeunes

La naissance des jeunes se fait dans l'eau. Les nouveaux nés remontent rapidement en surface pour y respirer. Il n'y a aucun soin parental chez les serpents marins.

Les serpenteaux sont très discrets pendant les premiers mois de leur existence. Ils sont rarement observés ou capturés.

La longueur totale moyenne des jeunes serpents marins est supérieure à celle des jeunes des représentants terrestres du groupe des Hydrophiinés.

9.3.5 Croissance, longévité et mortalité

La vitesse de croissance peut être estimée par la méthode « capture-marquage-recapture ». Au début les jeunes croissent rapidement. Puis le taux de croissance diminue nettement une fois la maturité sexuelle atteinte (18 mois chez *Enhydrina schistosa*) car l'énergie est alors préférentiellement consacrée à la reproduction.

La longévité des serpents marins n'est pas connue. On a signalé une durée de 15 ans pour *Aipysurus laevis*, durée comparable à celle de certaines espèces terrestres.

Seulement 10 à 20 % des nouveaux nés survivent la première année et seulement 6 % des femelles survivront pour se reproduire. Seule une petite partie des populations est composée d'animaux de 4 ans ou plus (Heatwole).

La mortalité pendant les premières années pourrait atteindre 40 à 90 %. Les causes en sont multiples : biotiques (maladies, malnutrition, prédation) ou abiotiques (cyclones, courants marins, soleil, déshydratation feu pour les serpents amphibies).

10. TERRITORIALITE

Beaucoup de serpents marins ont une large aire de répartition et les individus peuvent se déplacer largement. La pélamide bicolore par exemple, qui vit dans les slicks en surface, peut être entraînée par les vents et les courants loin de son lieu de naissance. C'est un des serpents le plus communément rejetés sur les plages après une tempête.

Certaines espèces ont par contre un territoire très limité. Celui d'*Aipysurus laevis* de la grande barrière ne dépasse pas 1 500 à 1 800 mètres carrés, soit un carré de 40 m X 40 m. Un individu déplacé 200 mètres plus loin n'est plus capable de rejoindre son territoire.

Les serpents amphibiens font preuve d'une très forte philopatrie*.

Aux Fidji *Laticauda colubrina* retourne sur son île pour y digérer ses proies, s'y reproduire et y muer. Les populations de deux îles voisines, bien que chassant aux mêmes endroits, ne se mélangent jamais.

On n'a pas trouvé de preuve d'une défense du territoire chez les serpents marins.

11. PREDATEURS, PARASITES, ACCOMPAGNATEURS

11.1 Les prédateurs des serpents marins

Les serpents marins ne se mangent pas entre eux. Ils sont relativement préservés de leurs prédateurs potentiels. La raison en est inconnue : toxicité de leur venin ou mauvais goût de leur chair ? Mais on trouve des prédateurs de serpents marins dans de nombreux taxons.

Des oiseaux comme le héron des récifs, *Egretta sacra* (Fig. 46), et le balbuzard pêcheur, *Pandion aliaetus* (Fig. 47), sont connus comme prédateurs de serpents marins.

Des requins, tout spécialement les jeunes requins tigre, *Galeocerdo cuvier* (Fig. 49), s'en nourrissent également ; on retrouve fréquemment des serpents dans leur contenu stomacal.

Des mammifères (phoques, éléphants de mer, léopards de mer, loutres) sont des prédateurs éventuels. C'est la mangouste, *Herpestes auropunctatus* (Fig. 48), introduite à la fin du dix-neuvième siècle aux îles Fidji pour enrayer la prolifération des rats dans les plantations de canne, qui menace gravement les populations de serpents amphibies là où elle est présente.



Fig. 46 - *Egretta sacra*, Héron des récifs © taenos.com



Fig. 47 - *Pandion haliaetus*, balbuzard pêcheur © Wikimedia commons



Fig. 48 - *Herpestes auropunctatus*, mangouste indienne © zoochat.com



Fig. 49 - Requin tigre *Galeocerdo cuvier* © Albert Kok site auxbulles

Chez les « reptiles », le crocodile marin *Crocodilus porosus* attrape régulièrement des serpents marins.

Parmi les crustacés, certains crabes sont des prédateurs avérés de ces espèces. Certains céphalopodes pourraient occasionnellement capturer des serpents.

Au sein des cnidaires, les anémones de mer sont capables de retenir dans leurs tentacules et de digérer des serpents juvéniles.

Pelamis platura semble moins souffrir des prédateurs que les autres espèces. Beaucoup ne l'attaquent pas ou la régurgitent probablement à cause du goût désagréable de sa chair.

11.2 Les parasites et épibiontes

11.2.1 Parasites

On trouve des tiques ectoparasites* des serpents amphibies du genre *Laticauda*. Ils sont contaminés lors de leur passage à terre. Certaines espèces de tiques sont spécifiques des serpents amphibies, d'autres se retrouvent également sur des serpents terrestres. Ces acariens ne parasitent pas les serpents marins vrais qui ne viennent jamais à terre.

Un crabe identifié comme parasite par Ivan Ineich a été photographié sur une pélamide (Fig. 50).

Les endoparasites sont nombreux se sont des polychètes, trématodes et plathelminthes que l'on trouve dans les poumons, l'estomac ou sous la peau des serpents. Là encore, très peu d'espèces parasites sont communes aux serpents amphibies et aux serpents marins vrais.



Fig. 50 - Crabe parasite de *Pelamis platura*
© Michel Dune Doc DORIS

11.2.2 Epibiontes*

En mer, il peut être difficile de trouver un support où s'installer. La colonisation d'un substrat vivant peut constituer une stratégie intéressante. Ce phénomène consiste en une association entre deux organismes dont l'un, l'hôte, sert de support pour celui qui y est fixé, l'épibionte (Pfizer et al. 2012).

On a trouvé des serpents sur lesquels s'étaient fixés des organismes non parasites mais pouvant cependant gêner à la longue la respiration cutanée ou les déplacements du serpent. Celui-ci en est débarrassé lors de la mue.

Ces épibiontes, dits phorétiques*, appartiennent à plusieurs groupes. Ces sont des algues, des Crustacés décapodes (crabes et crevettes) et Cirripèdes (anatifes), des Cnidaires (hydrozoaires du genre *Obélia*), des Polychètes (plusieurs spirorbes), des larves de mollusques (nacre), des Bryozoaires du genre *Membranipora*.

11.3 Accompagnateurs et profiteurs

On a observé la présence de petits poissons qui nagent aux côtés de serpents marins, particulièrement la carangue jaune, *Gnathanodon speciosus*. Ils profitent de la protection potentielle contre leurs prédateurs apportée par le serpent. Ils présentent souvent une livrée voisine de celle de celui-ci (rayures sombres sur fond clair) (Fig. 51).

Les serpents marins ignorent les poissons qui ne font pas partie de leurs proies coutumières. Certains profitent de la présence du serpent qui les masque. Ineich et Laboute citent le cas d'un poisson trompette, *Aulostomus chinensis*, photographié alors qu'il chassait en compagnie d'un aipysure lisse.



Fig. 51 - *Gnathanodon speciosus* avec *Hydrophis major*.
© Helio-Van Inaen / NHPA in Serpents 2005

Un surprenant comportement du grand dauphin :

Aux Tuamotu en 1998, I. Ineich a observé un surprenant comportement d'un groupe de grands dauphins (*Tursiops truncatus*) qui semblait jouer avec une pélamide bicolore (*Pelamis platura*). Les dauphins bousculaient le serpent et le jetaient en l'air avec leur queue, sans agressivité envers celui-ci qui ne constituait pas une proie et qui a survécu à la rencontre. Un comportement similaire a été récemment constaté dans la baie de Banderas au Mexique (Durso et al 2015). Deux observations aussi exceptionnelles à plus de 15 ans d'intervalle suggèrent que ce comportement ludique du grand dauphin pourrait ne pas être rare.



Fig. 52 - © Eduardo LUGO
In Herpetological review

11.4 Confusions possibles :

Certaines espèces de murènes inoffensives (Fig. 53 et 54) paraissent mimer les serpents marins venimeux avec lesquels elles sont facilement confondues en plongée. Ce serait là un cas de mimétisme batésien*. Cependant une telle coloration se retrouve dans différents groupes d'animaux. Elle confère un camouflage efficace dans le milieu récifal. Il ne s'agirait donc pas de mimétisme batésien mais d'une évolution vers un patron de coloration commun.

Comment distinguer le vrai du faux :

A la différence des serpents, les murènes ont des nageoires dorsales et leur queue n'est pas aplatie.



Fig. 53 - *Myrichthys colubrinus*, anguille serpent à bandes © Alain Smets Doc. DORIS

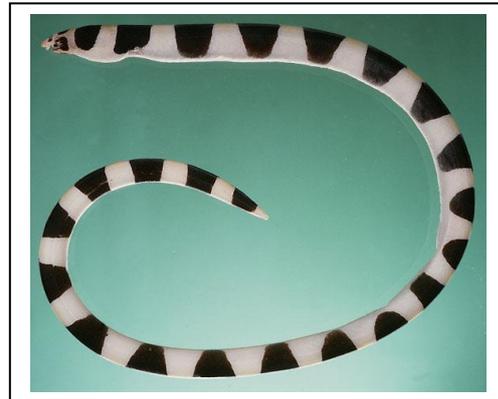


Fig. 54 - *Leivranus semitinctus*
© Randall J.E. Doc Fishbase

12. ORIGINE ET CLASSIFICATION

L'origine des serpents, tout comme leur classification, fait l'objet de vifs débats. Bien des incertitudes demeurent.

De nos jours, les systématiciens utilisent de plus en plus les phylogénies* moléculaires et géniques. Celles-ci sont basées sur des variations de séquences de molécules (ARN ribosomique*, ADN mitochondrial*) ou de gènes nucléaires homologues. Les résultats ne sont pas toujours nets et contredisent parfois ceux des phylogénies morphologiques (Beaumont 2009).

Classes, sous-classes, super ordres, ordres etc. peuvent différer selon les auteurs et la date de parution de leurs travaux. La systématique est une science en pleine évolution et le non spécialiste doit être très prudent lors d'études bibliographiques.

12.1 Origine des serpents

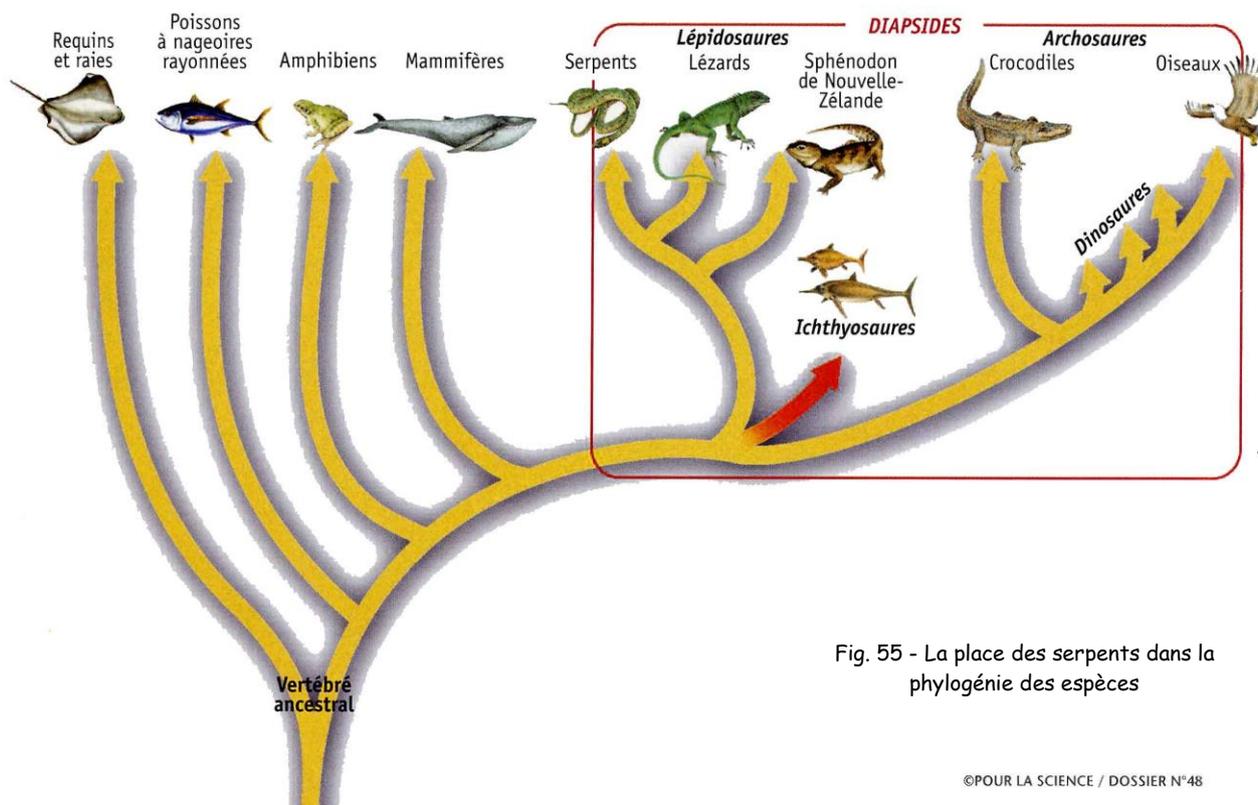
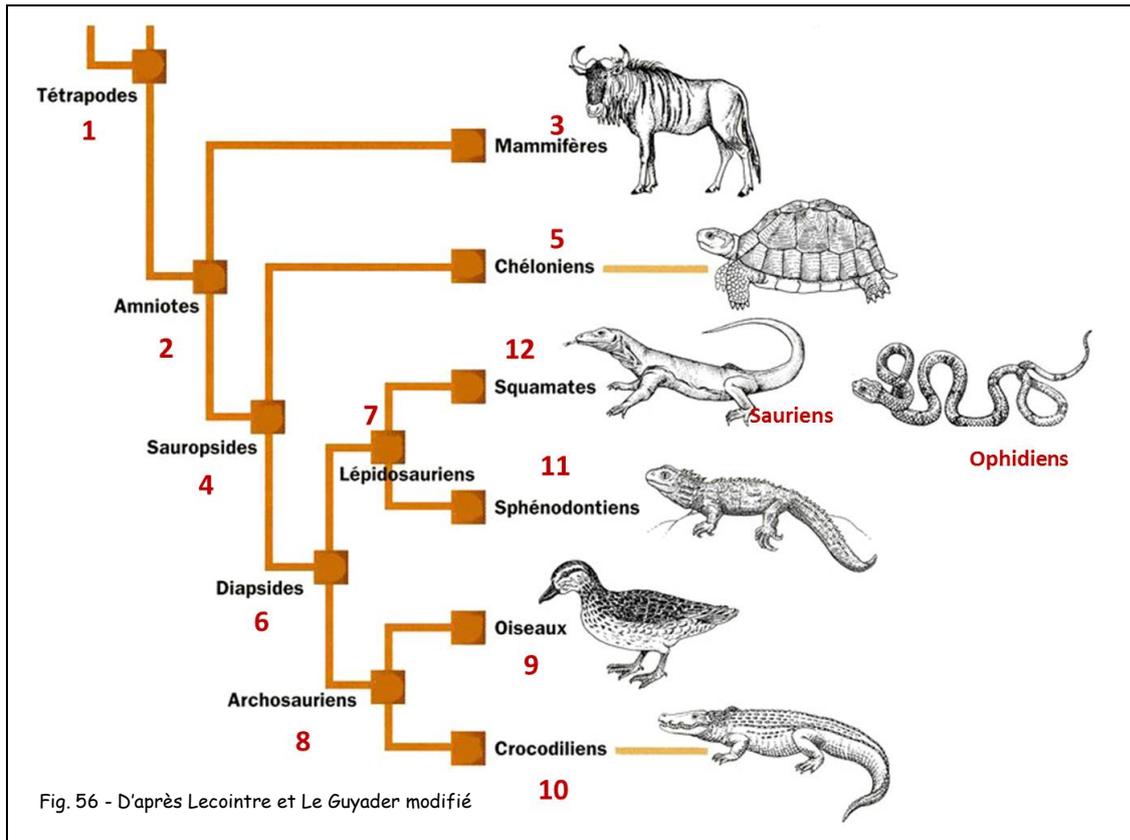


Fig. 55 - La place des serpents dans la phylogénie des espèces

©POUR LA SCIENCE / DOSSIER N°48



Les serpents font partie des **vertébrés tétrapodes*** [1] **amniotes*** [2]. Voir figure 56.

Les **Amniotes** [2] ont évolué vers les **Mammifères** [3] d'une part et les **Sauropsides*** [4] d'autre part avec l'apparition d'une quille ventrale sous les vertèbres cervicales.

Les **Sauropsides** [4] ont donné les **Chéloniens*** [5], **Anapsides***, ils n'ont pas de fosse en arrière de l'orbite, et les **Diapsides** [6] qui possèdent deux fosses en arrière de l'orbite.

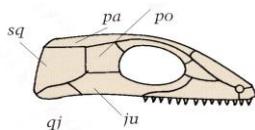
Les **Diapsides*** [6] à leur tour se sont séparés en deux groupes, les **Lépidosauriens*** [7], et les **Archosaures*** [8] chez lesquels une fenêtre crânienne s'est ouverte en avant de l'orbite et qui englobent les **Crocodiles** [10] et les **Oiseaux** [9].

Les **Lépidosauriens** [7], reptiles à écailles épidermiques, ont donné les **Sphénodontiens*** ou **Rhynchocéphales*** [11] et les **Squamates*** ou **Saurophidiens*** [12] (lézards, **Sauriens** et serpents, **Ophidiens**).

Le plus ancien fossile de reptile remonte à 340 MA (carbonifère, Angleterre). Son crâne est de type anapside.

Le diapside le plus ancien connu (USA) date de 300 MA (carbonifère supérieur).

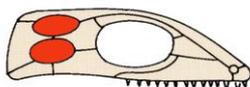
De l'ancêtre aux serpents : évolution du crâne des « Reptiles »



« **Reptile** » primitif : la boîte crânienne est entourée par un revêtement osseux, le toit dermique. Seules les narines et les orbites s'ouvrent dans le toit dermique. Ce crâne est dit de **type Anapside**.

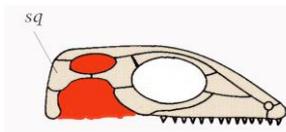
Ce type anapside ne persiste de nos jours que chez les **tortues**

(**c**, carré ; **ju**, jugal ; **pa**, pariétal ou os dorsal ; **po**, postorbitaire ; **qj**, quadratojugal ; **sq**, squamosal)

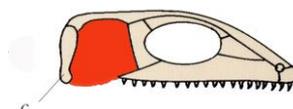


Au cours de l'évolution, des espaces ou fenêtres se sont ouverts dans la région temporelle, deux chez les **Diapsides** qui comprennent tous les «reptiles» actuels et les oiseaux, sauf les tortues

La fenêtre supérieure se situe entre l'os dorsal (**pa**) et un arc temporal supérieur formé de deux os (**sq** + **po**). La fenêtre inférieure s'ouvre entre l'arc temporal supérieur et un arc temporal inférieur (**qj** + **ju**).



Les lézards ont perdu la barre qui délimitait vers le bas la fosse inférieure. Leur crâne est **diapside de type lézard**



Les serpents ont en plus perdu la barre intermédiaire qui séparait les deux fosses; leur tempe est donc ouverte au maximum. Le carré (**c**) s'est libéré lors de la régression de la zone temporelle. Cette disposition permet une mobilité maximale des mâchoires et du crâne d'où la capacité qu'ont les serpents à ingurgiter de grosses proies. Le crâne est **diapside type serpent**

Figures d'après Rage 1995

C'est au Jurassique, entre 200 et 135 MA, que les « reptiles » modernes sont apparus mais peu d'entre eux ont regagné le milieu marin. Sur les 9 350 espèces et 3 000 sous espèces de « reptiles » existants, une centaine environ a regagné l'océan : 7 espèces de tortues, environ 80 espèces et sous espèces de serpents marins ainsi que quelques autres espèces trouvées occasionnellement ou régulièrement dans les eaux saumâtres comprenant quelques serpents, le crocodile marin et l'iguane des Galápagos (Rasmussen 2011).

Les serpents seraient apparus au Crétacé inférieur entre 135 et 100 MA. Ce seraient des descendants de lézards tétrapodes ayant perdu leurs pattes au cours de l'évolution. Mais de quels lézards descendent-ils, marins ou terrestres ?

On a trouvé des fossiles de serpents datant d'environ 90 MA qui possédaient de petites pattes à l'arrière du corps. Ils fréquentaient les eaux marines. Leur corps était comprimé latéralement comme celui des serpents marins actuels et leur bouche était grande. Postérieurs aux premiers serpents qui remontent à 130 MA, ils n'ont vécu qu'environ 5 MA. Ils seraient des vestiges d'animaux plus anciens faisant la transition entre lézards et serpents. Etaient-ils primitifs ou évolués ? Les pattes sont un caractère primitif alors qu'une grande bouche (macrostomie) est un caractère considéré comme évolué. Certains scientifiques les placent à la base de l'arbre phylogénétique des serpents, avant la divergence entre Scolénophidiens et Aléthiophidiens. Pour d'autres ces serpents seraient à classer parmi les Aléthiophidiens. (Rage) [Voir la phylogénie Fig. 59, page 49].

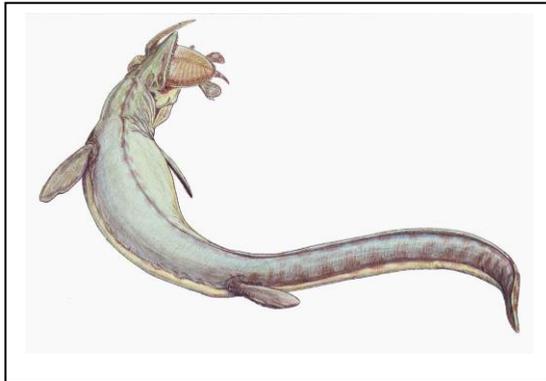


Fig. 57 - Mosasaure Document Wikipedia



Fig. 58 - *Varanus komodoensis*, dragon de Komodo
© Raymond Morelon

C'est sur les grands lézards marins Mosasauriformes du Crétacé que repose la thèse d'une origine marine des serpents (Fig. 57). Ils sont reconnus comme proches parents des varans actuels (Fig. 58) qui seraient donc les plus proches cousins de nos serpents contemporains.

Mais certains ont rejeté cette relation et estiment que les serpents sont plus proches des lézards fouisseurs serpentiformes comme les Amphisbènes* que des Mosasauriformes et varans.(Rage).

En 2012 la redécouverte dans un musée d'un fossile de serpent possédant quatre petites pattes, *Tétrapodophis amplexus*, relance le débat. Ce squelette, datant 113 millions d'années environ, découvert dans le nord du Brésil, avec sa queue courte non aplatie et ses pattes fonctionnelles appartenait à un animal terrestre indique son découvreur David Martill de l'université de Portsmouth (UK). Il pourrait être le témoin de l'évolution des lézards vers les serpents. Tous ne sont pas de cet avis. Le débat est relancé.

Retenons qu'il est admis à l'heure actuelle que les serpents descendent de lézards. C'est parmi les Varanoïdes que se situent leurs cousins les plus proches.

Le premier Colubridé connu date de 40 MA (Eocène). Les Vipéridés apparaissent au début du Miocène vers 23 à 21 MA. Les Elapidés apparaissent il y a 18 MA.

A titre comparatif, les plus anciens Vertébrés remontent à 470-450 MA, les premiers Mammifères à 220-205 MA et *Homo sapiens* à 90 000 ans.

Les serpents marins actuels sont d'évolution très récente, moins de 5 millions d'années. Originaires de l'Indopacifique, on ne les retrouve pas en Atlantique. Ils seraient donc plus récents que la fermeture de l'isthme de Panama qui s'est produite il y a 3 à 5 millions d'années.

12.2 Classification des serpents des eaux saumâtres et salées

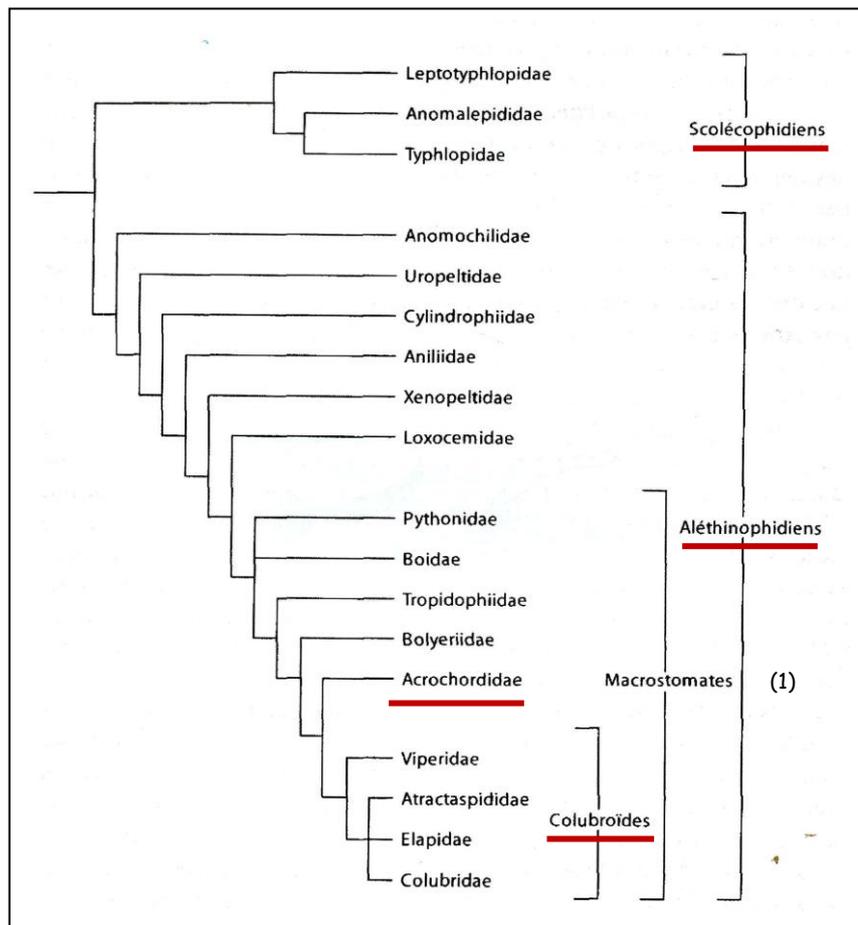


Fig. 59 - Relations phylétiques au sein des serpents actuels
 D'après Cundall et Green 2000 in Ineich 2004
 (Soulignés en rouge les principaux taxons cités dans mon texte)

- (1) Les serpents actuels se distinguent, entre autres, par la taille de leur bouche. Chez les Scolénophidiens, serpents fouisseurs, la bouche est petite, la commissure des mâchoires se situe sous l'œil. Chez les macrostomates la bouche est très grande, la commissure est reportée bien en arrière.

Embranchement des **Chordés**, Chordata
Classe des **Reptiles**, Reptilia
Ordre des **Squamates**, Squamata
Sous-ordre des **Ophidiens**, Serpentes
Deux infra ordres :

{ Infra ordre des **SCOLENOPHIDIENS** (grec *skôlêx*, ver et *ophis*, serpent)
Formes primitives fouisseuses s'alimentant de fourmis, termites et de leurs larves.

{ Infra ordre des **ALETHINOPHIDIENS** (grec *alethinus*, vrai et *ophis*, serpent)
qui regroupe tous les autres serpents.

4 super-familles:

ANILIOÏDES, serpents primitifs.

BOOÏDES, serpents constricteurs, les plus grands actuels (Boa, python, anaconda)

ACROCHORDOÏDES (**ACROCHORDOÏDEA**), une seule famille, 3 espèces aquatiques, 2 dulcicoles et 1 marine *Acrochordus granulatus*. (Serpents verruqueux)

COLUBROÏDES (**COLUBROÏDEA**), serpents « modernes », 2 950 espèces, 85% des serpents,

3 familles principales:

{ **COLUBRIDAE**, couleuvres, 1 650 espèces.

{ **ELAPIDAE**, serpents protéroglyphes (Serpent corail, cobras, taïpans, bungares, serpents marins).

{ **VIPERIDAE**, serpents solénoglyphes (Vipères, crotales, fer de lance...)

La classification* des *Colubridae* qui regroupe 60 % des serpents actuels n'est pas précise et ne constitue pas un ensemble monophylétique. Certaines lignées telles les *Homalopsidae* ou les *Natricidae* sont élevées au rang de familles (Ineich 2004). Dans la classification proposée par Rasmussen (2011) les *Natricidae* sont considérés comme une sous-famille les *Natricinae*.

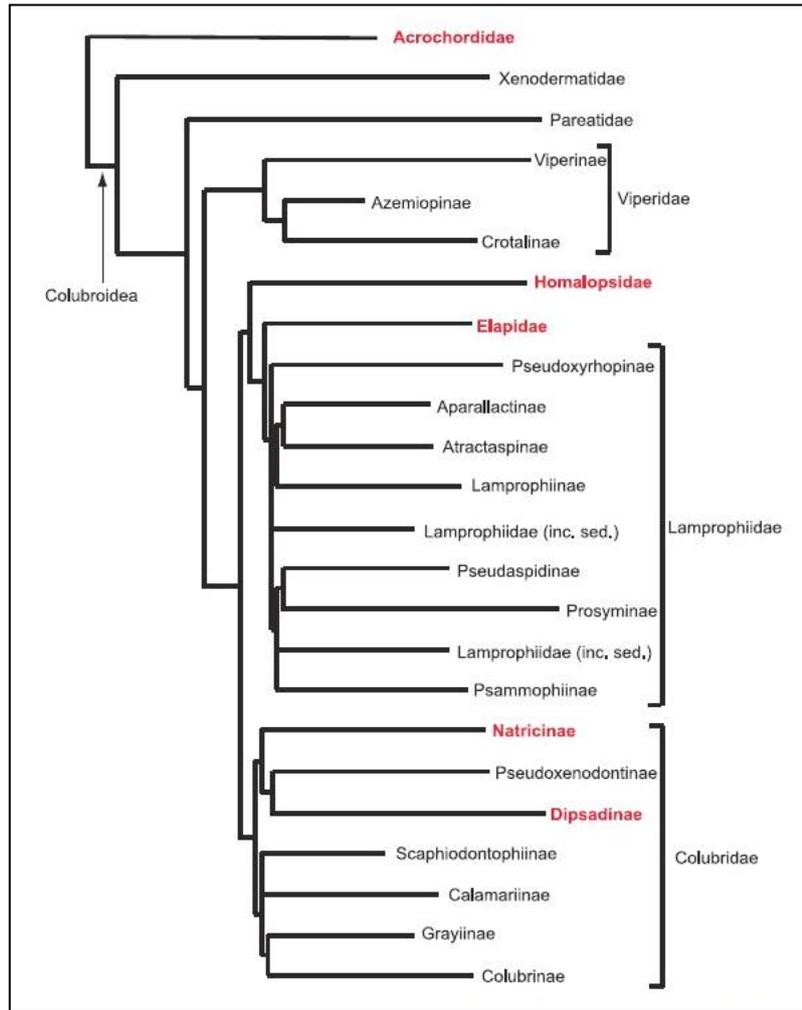


Fig. 60 - Relations phylétiques dans la superfamille des Colubroidea.
 En rouge, les taxons comptant des espèces vivant en eau saumâtre ou salée.
 D'après Rasmussen et al 2011

Parmi les familles actuelles de serpents, quatre comprennent des espèces fréquentant les eaux salées ou saumâtres : *Acrochordidae*, *Homalopsidae*, *Natricidae* et *Elapidae*. La vie marine est apparue indépendamment au cours de l'évolution dans chacune de ces familles et même deux fois chez les *Elapidae*. Elles sont éloignées les unes des autres dans la classification, traduction de leurs adaptations indépendantes à la vie en eau salée

On peut citer également les *Dipsadinae*, sous-famille qui, à des degrés divers comporte quelques espèces ayant des habitats en eaux saumâtres ou salées d'Amérique centrale, mais ces espèces sont peu connues (Rasmussen 2011).

Des trois espèces de la **famille des *Acrochordidae***, seule *Acrochordus granulatus* présente en Australie et en Asie du sud-est, se retrouve dans les mangroves et jusqu'à la mer. Cette espèce n'est pas venimeuse. Le faciès particulier des Acrochordes leur a valu le nom de « serpents à tête de chien » et la rugosité de leurs écailles dorsales, celui de « serpents lime ».

Les serpents aquatiques d'Asie et d'Amérique de la **famille des *Homalopsidae*** comprennent 9 espèces fréquentant la mer ou les mangroves. Bien que toutes soient opisthoglyphes*, des envenimations humaines non létales ont été signalées.

Les couleuvres asiatiques de la **famille des *Natricidae*** dont deux espèces se retrouvent dans les marais salants et les mangroves des côtes de Floride, de Caroline du nord, du Mexique et de Cuba sont des espèces, non venimeuses, ne s'aventurant jamais en pleine mer.

C'est dans la famille des ***Elapidae*** que l'on retrouve les principaux serpents marins. Tous sont protérogyphes et font partie des serpents les plus venimeux du monde.

Les ***Elapidae*** se subdivisent en deux sous-familles :

Les ***Hydrophiinae****, serpents marins amphibies, serpents marins vrais et serpents terrestres d'Australasie

Les ***Elapinae***, serpents terrestres.

La **sous famille des *Hydrophiinae*** regroupe outre certains serpents terrestres

- ✓ Les serpents marins amphibies, genre *Laticauda* / Platures (7 espèces)
- ✓ Les serpents marins vrais, genres *Ephalopsis* / Ephalophides (1 espèce), *Hydrelaps* / Hydrélaps (1 espèce), *Parahydrophis* / Parahydrophide (1 espèce), *Aipysurus* / Aipysures (7 espèces), *Emydocephalus* / Emydocéphales (2 espèces), *Acalyptophis* / Acalypte (1 espèce), *Astrotia* / Astrotie (1 espèce), *Enhydrina* / Enhydrine (2 espèces), *Hydrophis* / Hydrophides (35 espèces), *Kerilia* / Kérilie (1 espèce), *Kolpophis* / Kolpophide (1 espèce), *Lapemis* / Lapémide (1 espèce), *Pelamis* / Pélamide (1 espèce), *Praescutata* Serpent marin vipérin (1 espèce), *Thalassophis* / Thalassophide (1 espèce)

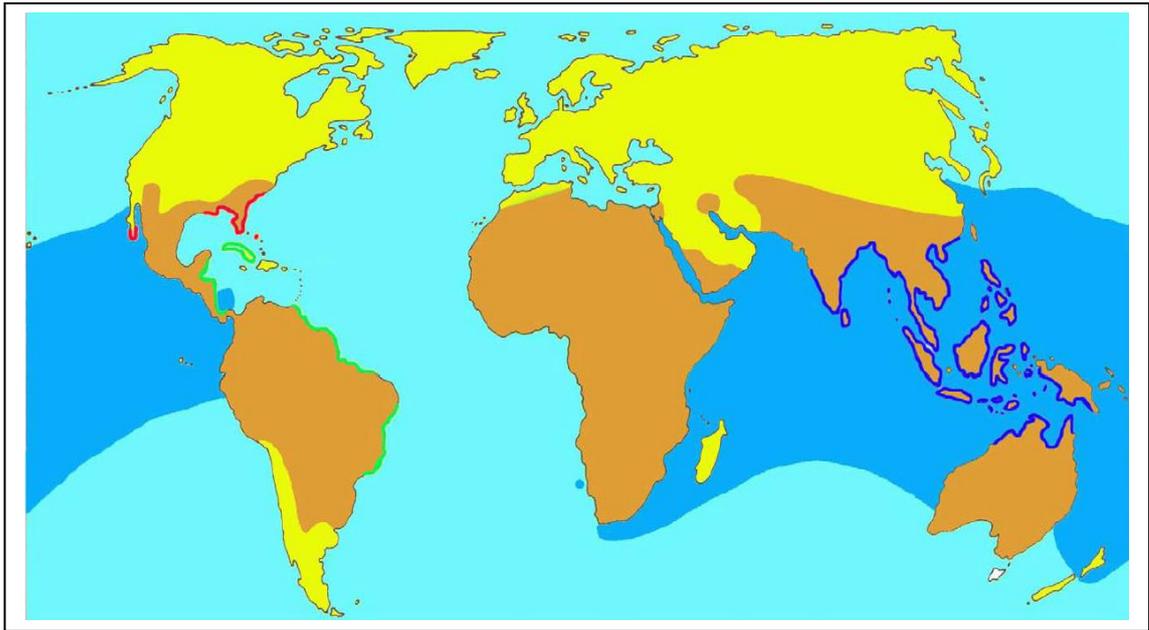


Fig. 61 - Distribution mondiale des serpents marins.

En brun : distribution des Elapidés terrestres. En bleu : sous-famille des Hydrophiinés. En bleu foncé : les Homalopsidés des côtes d'Asie et d'Australie. En rouge : les Natricidés nord-américains. En vert : les Dipsadinés tropicaux.

D'après Rasmussen et al 2011

12.3 Place des serpents marins dans la famille des Elapidae

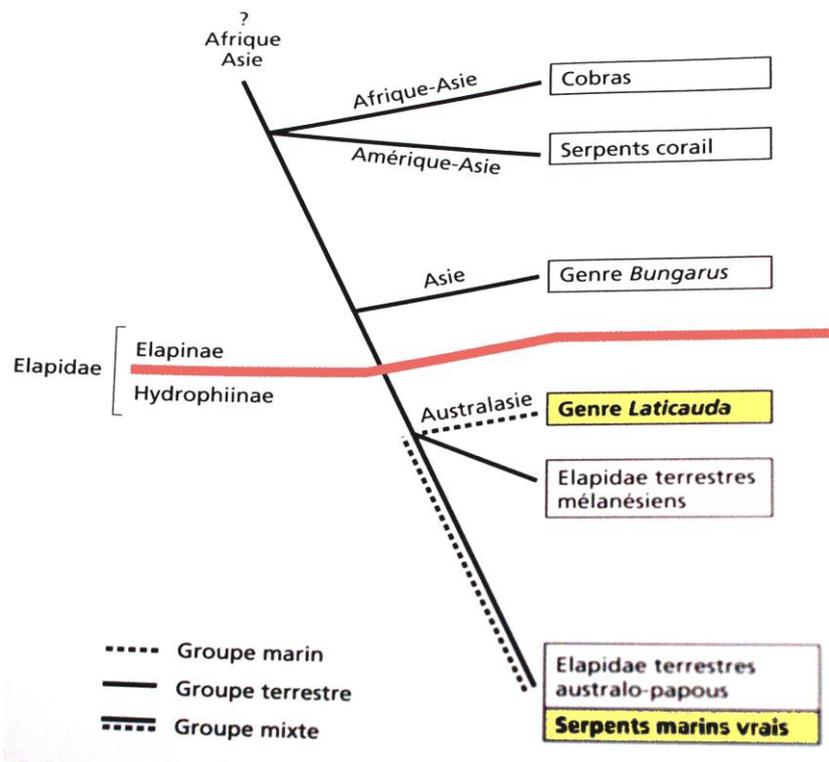


Fig. 62 - Position phylétique des serpents marins au sein des Elapidae. D'après Ineich et Laboute 2002

Les Elapidés sont apparus en Asie ou en Afrique.

Les serpents corail se sont dispersés vers le continent américain. Une seconde dispersion aurait eu lieu depuis le continent asiatique vers la Mélanésie puis vers l'Australie et donné naissance aux Elapidés australo-papouasiens et aux serpents marins. Le genre terrestre asiatique *Bungarus* et le genre marin *Laticauda* forment la charnière avec les formes mélanésiennes et australo-papoues.

Le schéma montre que la vie marine est apparue à deux reprises au sein de la famille des Elapidés

Les serpents marins vrais avec les Elapidae terrestres australo-papous constituent un ensemble monophylétique.

13. LES SERPENTS MARINS ANIMAUX VENIMEUX

13.1 Généralités

Toutes les espèces de serpents marins Elapidés sont venimeuses. Leurs morsures, bien que rares, sont le plus souvent potentiellement fatales.

La dangerosité d'une morsure dépend de plusieurs facteurs : l'espèce concernée, l'agressivité du serpent, la longueur des crochets venimeux, la toxicité du venin et la dose injectée lors de la morsure, certaines espèces pouvant infliger des morsures consécutives. Plusieurs facteurs peuvent se combiner lors d'une envenimation.

L'accès rapide à des structures médicales modernes a grandement diminué le nombre des décès par morsures d'Elapidés marins mais cela n'est pas toujours possible. Les traitements indigènes sont toujours utilisés. Au Viêt Nam le sérum antivenimeux est rarement disponible. Les pêcheurs victimes de morsures dans le golfe de Thaïlande pratiquent une incision au niveau de la morsure pour « en extraire le venin » ou appliquent sur celle-ci de l'ail écrasé voire des copeaux de corne de rhinocéros ou encore boivent une boisson contenant de la poudre de corne (Nguyen Van Cao et col 2014).

Les espèces incriminées

L'identification de l'espèce à l'origine d'un accident s'avère souvent difficile car l'accidenté ou les témoins ne peuvent donner en général que des indications succinctes concernant la taille et la couleur de l'animal. Les rayures et les taches en selle peuvent être facilement confondues. L'identification d'un serpent à l'origine d'un accident ne peut être que présumée exceptée celle du genre amphibie *Laticauda* lorsque la morsure a lieu à terre. (Sebat et al 2005).

Les espèces les plus agressives sont : *Aipysurus laevis*, *Astrotia stokesii*, *Enhydrina schistosa*, *Hydrophis elegans*, *Hydrophis macdowellii*, *Hydrophis major*, *Hydrophis ornatus* et *Hydrophis ocellatus* (Rasmussen 2011)

La quantité maximale de venin libérée lors d'une morsure par *Enhydrina schistosa* peut atteindre 50 fois la dose létale pour l'homme. Les serpents marins doivent être considérés comme des espèces extrêmement dangereuses.

13.2 L'appareil venimeux

Les serpents marins ont une denture protéroglyphe* comme tous les Elapidés. La longueur des crochets varie de 2 à 7 millimètres. Le crochet venimeux est une longue dent recourbée, située sur la partie antérieure d'un maxillaire très court et dont le canalicule est presque entièrement fermé à son extrémité apicale (= qui forme le sommet). Le conduit de la glande venimeuse se termine à la base du crochet. Celui-ci est recouvert d'une membrane qui permet l'introduction du venin dans le canal de la dent. Lors de la morsure, le venin est excrété par compression des muscles de la glande à venin et est injecté par le crochet dans la proie.(Fig. 63)

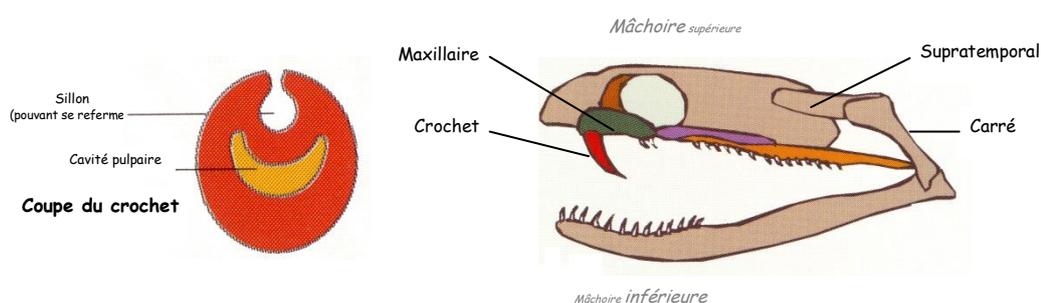


Fig. - 63 - Appareil venimeux d'un serpent protéroglyphe
D'après J.-C. Rage



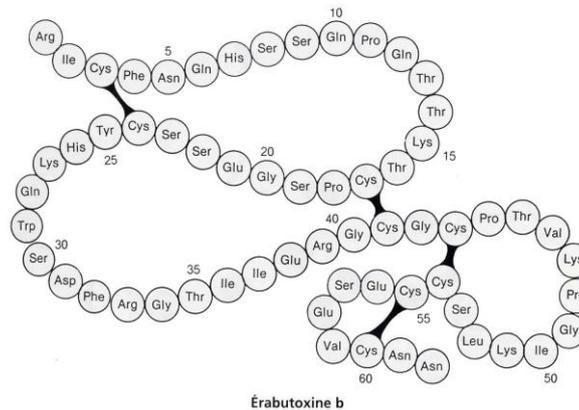
Fig. 64 - Crochet de Protéroglyphe
D'après D. Mebs

13.3 Les venins.

Les venins des serpents marins figurent parmi les plus toxiques des venins de serpents, ils ne sont pas détruits par la chaleur. Ils ont été sélectionnés au cours de l'évolution pour la chasse et non comme moyen de défense. Les proies sont généralement des poissons, animaux très résistants aux venins qui doivent être puissants pour agir rapidement. Ces venins contiennent très peu d'enzymes mais une forte quantité de toxines parmi lesquelles les neurotoxines dominent. Ces neurotoxines sont structurellement similaires à celles des venins de cobra.

Les serpents marins sont dépourvus d'enzymes agissant sur les tissus aux points d'injection ce qui explique la discrétion des signes locaux d'envenimation.

Les neurotoxines de nature polypeptidique* sont des protéines* de poids moléculaire relativement faible. Elles sont composées d'une simple chaîne d'acides aminés* réticulée par des ponts disulfure stabilisant la molécule.



Séquence d'acides aminés et position des ponts disulfure dans l'Érabutoxine b, neurotoxine extraite du venin *Laticauda semifasciata*, qui bloque le récepteur nicotinique de l'acétylcholine

Fig. 65 - Erabutoxine b d'après Mebs

Les toxines sont classées en fonction de leur mode d'action :

Neurotoxines affectant la transmission neuromusculaire

Myotoxines agissant au niveau musculaire

Néphrotoxines agissant sur le rein

Hémotoxines sur le sang, peu représentées dans les venins des serpents marins.

Les neurotoxines bloquent la jonction neuromusculaire induisant une paralysie des muscles locomoteurs et respiratoires pouvant conduire au décès par asphyxie. Ce blocage peut se faire de deux façons :

Au niveau présynaptique* en bloquant la libération d'acétylcholine dans la fente présynaptique

Au niveau postsynaptique par blocage des récepteurs* nicotiques à l'acétylcholine (effet curarisant). C'est là le mode d'action principal des toxines des venins des serpents marins.

Les deux types de toxines peuvent coexister dans un même venin. Les laticotoxines des venins de *Laticauda laticaudata* et de *Laticauda colubrina* agissent préférentiellement au niveau postsynaptique. Une action présynaptique moins marquée a été mise en évidence chez *Laticauda semifasciata*. La majorité des toxines isolées des venins d'*Aipysurus laevis*, *Pelamis platura* et *Enhydrina schistosa* ont une action au niveau postsynaptique (Gawade 2004 in Maillaud 2007).

Les myotoxines sont responsables de lésions musculaires d'apparition plus tardive et qui peuvent être secondairement responsables d'atteintes rénales. Le venin d'*Enhydrina schistosa* contient une phospholipase A2 myolytique. Cette toxine qui agit comme une enzyme provoque une nécrose des muscles squelettiques (rouges). (Mebs 2006)

La lyse musculaire libère de la myoglobine éliminée dans les urines, mais qui peut avoir un effet néphrotoxique. On observe également une hyperkaliémie pouvant être sévère.

Les symptômes musculaires peuvent apparaître une heure après la morsure ou plus tardivement (Maillaud 2007)

Des variations dans la composition des venins d'une espèce à l'autre ou au sein d'une même espèce, dues à des facteurs écologiques particuliers pourraient expliquer la prédominance d'une neurotoxicité ou d'une myotoxicité lors de l'envenimation (Sébat et al 2005)

Les venins de serpents marins sont utilisés pour l'étude de la transmission nerveuse et la préparation des sérums. Ils coûtent très cher, jusqu'à 12 millions d'euros le kilo.

13.4 Circonstances des accidents.

Les occasions de morsures sont nombreuses :

Les personnes à risque sont celles qui se trouvent en contact avec les serpents soit pour des raisons professionnelles (pêche, manipulations à des fins scientifiques), soit par hasard (baignade, marche dans l'eau, plongée, surf).

La turbidité de l'eau augmente les risques.

Il est difficile d'avoir une image précise du nombre de morsures par les serpents marins. Les accidents se produisent souvent dans des lieux isolés sans moyens de communication. De plus les accidents sont souvent passés sous silence à cause de superstitions ou de coutumes religieuses. Dans certains pays pour éviter les formalités liées à un décès par morsure de serpent marin, la mort est déclarée comme étant due à une maladie. Enfin les morsures sèches* sont rarement prises en compte.

Les rencontres avec des serpents marins dangereux n'ont pas toujours lieu en mer. Des serpents des genres *Laticauda* ou *Hydrophis* peuvent se trouver dans des eaux saumâtres ou douces où elles sont susceptibles occasionner des morsures. Les serpents amphibies peuvent mordre à terre.

Le risque est particulièrement élevé chez les pêcheurs. Avec l'augmentation importante de la valeur marchande des serpents marins, la fréquence des manipulations s'est accrue et par voie de conséquence celle des morsures. Dans les eaux côtières du sud-est asiatique les décès humains dus aux serpents marins sont relativement nombreux. Relever des filets ou des nasses à main nue augmente le risque. Dans le golfe de Thaïlande, les pêcheurs pataugent pieds nus au milieu des serpents. Cependant, chez les pêcheurs, le risque d'envenimation sévère est diminué car les serpents mordent les filets dans lesquels ils sont et déchargent leurs glandes à venin.

Le danger pour les baigneurs ou les promeneurs, bien qu'ayant été parfois surestimé, n'en est pas moins bien réel. Le développement du tourisme dans les zones à risque augmente la possibilité de rencontre avec un serpent.

On a constaté des attaques délibérées de serpents marins lorsqu'ils sont dérangés particulièrement en période de reproduction et les serpents échoués sur les plages peuvent

encore mordre notamment *Pelamis platura*. Ces serpents échoués, contrairement à ce qui se passe pour les pêcheurs, possèdent la totalité du contenu de leur glande à venin et leurs morsures peuvent être très dangereuses.

Les plongeurs sans combinaison ou essayant de saisir un serpent peuvent aussi être mordus.

Enfin, l'idée très répandue que les serpents marins ne peuvent pas mordre un homme et ne sont pas dangereux a été à l'origine d'accidents. L'ouverture buccale de ces serpents leur permet de mordre l'homme. La bouche des tricots rayés de Nouvelle Calédonie s'ouvre suffisamment pour mordre une main. Le nombre peu élevé des morsures dues à ces serpents doit être attribuée à leur tempérament docile. Il existe des espèces beaucoup plus agressives. Tout serpent marin doit être considéré comme potentiellement dangereux.

Des risques parfois surprenants

Au Qatar, pour alimenter les échangeurs de refroidissement d'une raffinerie, l'eau de mer est pompée à 20 mètres de profondeur. Il est très fréquent de retrouver des serpents dans les filtres. Tous ne sont pas morts et constituent un danger pour les ouvriers chargés du nettoyage. En plus des consignes de prudence qui sont données, des panneaux signalent le danger.

13.5 L'envenimation

Les signes locaux de la morsure sont discrets. La morsure est peu douloureuse (sensation de piqûre) et les signes locaux peu visibles : deux traces punctiformes de piqûre espacées de 15 à 20 millimètres ou des griffures.

Les signes généraux sont inconstants et différés.

Il n'y a pas toujours envenimation lors de la morsure qui peut être « sèche » sans injection de venin. La fréquence de ces morsures sèches est difficile à évaluer.

La gravité de l'envenimation dépend de la nature du venin, de la dose injectée (rapport dose de venin injecté / poids de la victime, de l'âge de la victime (plus la victime est jeune plus l'envenimation peut être grave) et de son état de santé.

13.6 Les symptômes

L'apparition des signes neurologiques peut prendre de quelques minutes à quelques heures, deux heures en moyenne. On observe une paralysie débutant au niveau de la tête et s'étendant progressivement graves aux muscles respiratoires qui, en cas d'envenimation sévère et en l'absence de soins, entraîne le décès de la victime

Les premiers signes sont une chute des paupières supérieures (ptosis) et un dédoublement de la vision (diplopie) par paralysie des muscles oculaires. On peut observer des malaises, des maux de tête (céphalées), une fatigue intense, des vertiges, une dilatation de la pupille (mydriase) ainsi que des troubles de la parole (l'accidenté bredouille) ou de la marche (il titube). Puis la paralysie atteint les muscles respiratoires et la mort survient par asphyxie.

L'atteinte musculaire se manifeste par une raideur et des douleurs musculaires pouvant être intenses. Ces douleurs sont ravivées par la mobilisation des membres et l'accidenté reste immobile pour les éviter. La lésion des muscles striés (rhabdomyolyse*) entraîne une présence de myoglobine dans les urines (myoglobinurie) se traduisant par une coloration brune de celles-ci. L'élimination rénale de la myoglobine peut entraîner une insuffisance rénale secondaire.

13.7 Prise en charge des victimes de morsures.

13.7.1 Sur le terrain au niveau secouriste.

Toute morsure de serpent, réelle ou supposée, impose d'appeler les secours. En Nouvelle Calédonie, le centre 15 SAMU.

- ✓ La victime doit être allongée au repos ou en position semi-assise et rassurée.
- ✓ Il faut proscrire toute incision ou succion au niveau de la morsure de même que la pose d'un garrot. L'application de chaleur ne sert à rien, le venin n'étant pas thermolabile (détruit par la chaleur).
- ✓ En cas d'arrêt respiratoire, il est impératif de pratiquer la ventilation artificielle par bouche à bouche jusqu'à l'arrivée des secours.
- ✓ Ralentir la diffusion du venin.

En cas d'isolement, il est possible d'immobiliser le membre atteint par une attelle et de poser un bandage compressif le long de celui-ci à l'aide de bandes élastiques (bande Velpeau, voire de simple tissu) (Fig. 66). Cela retarde la diffusion du venin dans l'organisme. Cette compression-immobilisation (pressure-immobilisation method), exerçant une pression d'environ 70 mm de mercure, bloque la circulation veineuse et lymphatique et permet à une personne mordue de disposer de plusieurs heures pour rejoindre l'hôpital. Cette compression qui n'est pas un garrot ne devra être enlevée qu'en milieu hospitalier car il risque d'y avoir diffusion massive du venin.

- ✓ Dans tous les cas assurer un transport rapide de l'accidenté vers un centre médical.

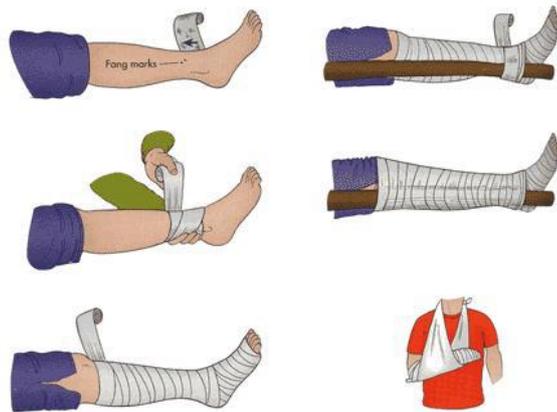


Fig. 66 - Méthode de compression immobilisation.
Document Internet ancien

13.7.2 En milieu hospitalier.

La surveillance du patient est fondamentale. Toute morsure, même sans envenimation, impose la mise en observation du patient en milieu hospitalier pendant une durée de 24 heures (protocole du SAMU de Nouvelle Calédonie. (Maillaud 2007).

Ventilation mécanique en cas d'arrêt respiratoire

Immunothérapie.

L'immunothérapie utilise un sérum antivenimeux obtenu à partir de chevaux immunisés contre un venin (allergène) et riche en anticorps (immunoglobulines) dirigés contre l'antigène ayant initié l'immunisation. L'Administration de sérum antivenimeux a permis de sauver des victimes qui sans cela n'auraient pas survécu. Son efficacité est à présent prouvée et son utilisation de plus en plus courante lors de morsures graves a diminué la mortalité. Cette immunothérapie peut être instaurée même plusieurs heures après la morsure.

Espèce	Quantité de venin neutralisée (mg)
<i>Aipysurus laevis</i>	13
<i>Astrotia stokesii</i>	18
<i>Hydrophis major</i>	11
<i>Enhydrina schistosa</i>	10
<i>Hydrophis elegans</i>	57
<i>Hydrophis gracilis</i>	53
<i>Hydrophis cyanocinctus</i>	59
<i>Hydrophis nigrocinctus</i>	64
<i>Hydrophis spiralis</i>	130
<i>Hydrophis striticollis</i>	11
<i>Lapemis curtus</i>	102
<i>Laticauda semifasciata</i>	17

Fig. 67 - Quantités de venins neutralisés par une ampoule de de sérum anti-serpents marins « Tiger sea Snake »

D'après Sutherland 1983 in Ineich 2004

Il existe plusieurs sérums produits en Australie par le CSL (Commonwealth Serum Laboratories):

Le sérum « Sea Snake Antivenom » préparé avec le plasma de chevaux immunisés avec le venin d'*Enhydrina schistosa*. Ce sérum agit également sur le venin des autres serpents marins. Une ampoule contient 1000 UI. La dose initiale est de deux ampoules, mais des injections complémentaires peuvent s'avérer nécessaires. La posologie doit être adaptée à la réponse de la victime au traitement

Le sérum polyvalent « Tiger/sea snake » préparé à partir du venin du serpent tigre terrestre *Notechis scutatus* et du serpent marin *Enhydrina schistosa*.

Son efficacité est reconnue pour au moins 12 serpents marins des genres *Aipysrus*, *Astrotia*, *Hydrophis*, *Lapemis*, *Laticauda*, *Pelamis* et *Praescutata*. Ce sérum est utilisable en cas de non disponibilité du Sea snake Antivenom (documentation CSL).

Le « Tiger Snake Antivenom » préparé à partir du venin de l'Elapidé terrestre *Notechis scutatus* aurait également une action contre les venins des serpents marins, les compositions des venins des Elapidés étant assez proches.

Les sérums antivenimeux sont à conserver à l'abri de la lumière, entre 2 et 6 °C. Leur délai de péremption est de trois ans. Ils ne doivent pas être congelés.

L'injection chez un patient d'un sérum antivenimeux expose toujours au risque de survenue d'une réaction anaphylactique* et doit être pratiquée en milieu hospitalier.

Une morsure de serpent marin bien traitée ne laisse pas de séquelles.

13.8 Prévention des accidents

13.8.1 Les pêcheurs

Il convient d'apprendre aux pêcheurs à ne pas manipuler à main nue les serpents pris dans les filets ou au bout des lignes ; dans ce cas le fil doit être sectionné en amont afin de ne pas avoir à manipuler le serpent pour retirer l'hameçon. Il faut également ne pas marcher pieds nus au milieu des serpents gisant au fond de l'embarcation ou des caissettes. Il y a plus de morsures localisées aux membres inférieurs qu'aux membres supérieurs lors des manipulations des filets ou des poissons.

Les méthodes modernes de pêche réduisent considérablement le risque de contact entre l'homme et les serpents marins là où elles sont employées.

13.8.2 Les baigneurs et les promeneurs

Le risque de piétiner un serpent marin peut être réduit marchant bruyamment dans les eaux peu profondes ce qui fait fuir l'animal.

Les baigneurs doivent éviter les eaux boueuses des estuaires.
Il ne faut pas toucher les serpents échoués sur les côtes.

13.8.3 Les plongeurs

La détermination de l'espèce d'un serpent en plongée est souvent difficile. Il n'est donc pas possible d'adapter son comportement en fonction de l'agressivité potentielle du serpent rencontré. **La prudence s'impose dans tous les cas.**

- Il ne faut pas manipuler les serpents marins.
- Il faut éviter de s'approcher délibérément d'un serpent lors d'une plongée.
- Lorsqu'un serpent se montre curieux, il convient de s'en éloigner calmement.
- Il faut éviter les coups de palme qui peuvent déclencher une attaque.
- Le port d'une combinaison intégrale constitue une bonne protection compte tenu de la faible longueur des crochets venimeux. Cette protection serait cependant insuffisante contre les grands individus des espèces *Aipysurus laevis* et *Astrotia stokesii* dont les crochets sont particulièrement longs. Les gants peuvent protéger les mains.
- En plongée de nuit, la lumière de la lampe peut attirer un serpent. Maillaud conseille de laisser l'animal s'approcher jusqu'à heurter la vitre de la lampe. Ceci déclenche une remontée en surface de l'animal.

14. DEVENIR DES SERPENTS MARINS.



Ashmore reef : mystérieuse disparition des serpents marins.

Le récif Ashmore dans la mer de Timor à 350 km des côtes nord-ouest de l'Australie, classé réserve naturelle nationale (National Nature Reserve, UICN catégorie 1a) depuis 1983, était il y a peu un haut lieu de biodiversité pour les serpents marins. 9 espèces y étaient abondantes jusqu'en 1994. Depuis on assiste à un effondrement des populations : trois espèces qui y abondaient *Hydrophis coggeri* ainsi qu' *Aipysurus apraeformalis* et *Aipysurus foliosquamata* - deux espèces endémiques d'Ashmore et Hibernia un récif voisin – n'y ont plus été observées depuis 2002, *Aipysurus fuscus* - présent sur seulement cinq récifs de la mer de Timor et abondant précédemment sur Ashmore – ainsi qu' *Acalyptophis peroni* n'ont pas été vues depuis 2005. *Emydocephalus annulatus* – une des espèces les plus abondantes sur Ashmore - n'a pas été vu en 2010 (Lukoschek et al 2013). Le déclin d'*Aipysurus apraeformalis* et *Aipysurus foliosquamata* est estimé à plus de 90 % : ces espèces sont considérées comme en danger critique d'extinction. *Aipysurus fuscus* dont la population a chuté de plus de 70 % et pourrait même avoir disparu sur certains sites, est classé comme menacé (Elfes et al 2013).

Quelles sont les causes de ce déclin ?

La surpêche ne peut être accusée. Sur Ashmore, classé réserve naturelle, les serpents ne sont pas pêchés et ils ne sont pas concernés par le braconnage. La dégradation des récifs a été évoquée mais des espèces ayant une distribution plus large et des habitats plus variés comme les fonds meubles ont aussi disparu. De plus les périodes de dégradation des coraux et celles de la disparition des serpents ne correspondent pas. Une diminution du nombre de proies liée à la pollution et au réchauffement climatique serait-elle en cause ? D'autres récifs de la mer de Timor ont subi des conditions comparables sans que l'on constate une diminution concomitante de la variété et de l'abondance des serpents marins.

A l'heure actuelle 5 espèces de serpents marins sont considérées comme localement éteintes sur Ashmore. Cette disparition inquiétante demeure inexplicite.

14.1 Les menaces

Les serpents marins sont menacés partout dans le monde et la situation est par endroit dramatique.

Les menaces sont nombreuses mais la faiblesse des connaissances actuelles rend difficile la mise en place de mesures de protection.

En 2013, Elfes et ses collègues ont étudié le statut de 68 espèces de serpents marins Elapidés figurant sur la liste rouge de l'UICN* (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Sur les 68, 9 % sont menacées d'extinction, 6 % sont en danger, mais les données concernant 34 % des espèces, soit 1/3 du total sont insuffisantes. Trois des sept espèces menacées se trouvent en mer de Timor, les autres dans les Philippines, l'île Niue* et les îles Salomon. Les données insuffisantes concernent principalement le sud-est asiatique.

Les causes de mortalité chez les serpents marins sont abiotiques (cyclones, courants marins, soleil, dégradation des habitats) ou biotiques (maladies, malnutrition, prédation, surpêche).

La dégradation des habitats côtiers.

La destruction des mangroves pour l'aquaculture, le bois de chauffage ou la construction d'habitations mettent en danger les espèces fréquentant ces biotopes.

La disparition des récifs coralliens à cause de la pollution, des rejets industriels, des destructions et du blanchissement des coraux diminuent les habitats.

Les habitats très spécifiques de certaines espèces les rendent particulièrement vulnérables.

Les serpents des lacs et les serpents amphibies qui passent la moitié de leur existence à terre sont particulièrement menacés. Les incendies, la construction d'hôtels détruisent les régions de vie; l'augmentation de la fréquentation des îlots par les touristes dérange les serpents particulièrement au moment de la reproduction, sans parler du comportement irresponsable de certains plaisanciers et usagers des plages qui tuent les serpents car ils en ont peur. La forte philopatrie* de certaines espèces qui retournent à leur île de naissance, souvent sur une petite partie de côte les rend particulièrement sensibles.

L'introduction de mangoustes a été la cause de l'effondrement des populations de serpents dans les îles où elles ont eu lieu.

Les prélèvements par les pêcheries (prises volontaires ou accessoires)

Les scientifiques sonnent l'alarme : plus de 80 tonnes de serpents marins sont pêchés chaque année dans le golfe de Thaïlande. Cela représente 225 500 serpents capturés pour un chiffre d'affaire de 3 millions de \$. L'augmentation des captures de ces serpents, ressource d'appoint de la pêche au calmar dans le golfe de Thaïlande, semble être liée à la demande croissante du marché chinois (Jane J. LEE 2015). La quantité totale de serpents capturés au sud Viet Nam atteindrait 100 tonnes par an soit plus de 275 000 individus. La quantité de serpents pêchés annuellement a diminué entre 2009 et 2013 probablement à cause d'une diminution des stocks due à la surpêche (Nguyen Van Cao 2014)

La plupart des serpents capturés se retrouve en Chine ou au Vietnam. La viande sert à préparer des soupes mais le sang peut être utilisé seul dans des boissons alcoolisées. Les organes du serpent, dont le cœur et la vésicule biliaire, entrent dans des remèdes censés soulager des maladies les plus diverses telles que les douleurs articulaires, l'anorexie ou l'insomnie. Les préparations à base de serpents marins sont réputées aphrodisiaques et

assurer le bien être pendant la grossesse (Nguyen Van Cao 2014). La peau quant à elle est utilisée en maroquinerie et fait l'objet d'un commerce. Les serpents peuvent également servir de nourriture pour la volaille et les porcs.

La surpêche des poissons qui diminue le nombre de proies disponibles pour les serpents peut être aussi à l'origine d'une baisse du nombre d'individus.

Les pêcheries qui ne visent pas les serpents sont à l'origine de nombreuses prises accessoires de serpents dont une grande partie, même si elle est rejetée à la mer, meurt à cause de blessures ou du stress occasionnés par la capture. Cela est particulièrement vrai pour le chalutage des crevettes à faible profondeur dans le nord de l'Australie, 40 % des serpents ainsi capturés meurent.

Le réchauffement climatique

Son importance est encore difficile à estimer mais il jouerait un rôle important dans le blanchissement des coraux donc de la dégradation des habitats.

14.2 Quelles mesures de protection ?

L'insuffisance des connaissances de la distribution, l'abondance, la dynamique des populations, l'écologie, la physiologie et la taxinomie des serpents marins ne permet pas d'établir des mesures de protection efficaces ni de connaître le nombre réel d'espèces en danger. Des études complémentaires sont nécessaires. Un suivi rigoureux à long terme des populations est indispensable pour évaluer l'efficacité des mesures de conservation recommandées par les scientifiques, déterminer des quotas de prises, diminuer le nombre d'espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes afin d'accéder à une gestion efficace et durable des stocks de serpents marins.

Les aires géographiques ayant le plus besoin de recherches sont le sud-est asiatique et la péninsule malaise où se situe la plus grande concentration d'espèces pour lesquelles les données sont insuffisantes. Mais à l'heure actuelle, les stocks ne sont pas gérés rationnellement en vue d'une exploitation durable. Aucun contrôle n'est possible que ce soit dans les océans Indien ou Pacifique.

La CITES* qui régule le commerce international des espèces menacées, manque d'informations. Celles-ci ne sont souvent fournies que par les négociants et sont peu fiables. Certains gouvernements ne coopèrent guère. Je n'ai trouvé aucun serpent marin sur les listes de la CITES.

Il n'existe pas de protection par une réglementation internationale. Il peut y avoir des mesures locales de protection. En Nouvelle Calédonie les 14 espèces de serpents marins rencontrées figurent toutes sur la liste des animaux localement protégés.

La création de réserves notamment sur les îlots isolés pour les serpents amphibies serait bénéfique.

15. CONCLUSIONS

La crainte instinctive qu'éveillent en nous les serpents remonte au fond des âges, à une époque où *Homo sapiens*, espèce encore fragile, entreprenait la conquête des continents. Cependant tout en gardant à l'esprit leur dangerosité potentielle et en ne négligeant pas les précautions, la biologie originale des serpents marins mérite d'être approfondie et leurs espèces protégées.

Les informations concernant ces serpents sont encore trop fragmentaires pour permettre la mise en place de mesures de protection et d'exploitation durables. Dans ce contexte que peuvent apporter les plongeurs ?

Il y a peu d'herpétologistes. Ils ne peuvent pas être partout. Les plongeurs sont bien plus nombreux sur le terrain. Ils font des observations et prennent des photos. Des informations utiles voire importantes peuvent en résulter. Il faut les faire remonter vers les scientifiques. Les sites DORIS et BioObs de la FFESSM peuvent servir d'interface. En cas de doute, il est possible de demander conseil aux responsables de ces sites ou à ceux de la Commission Environnement et Biologie Subaquatiques.

Diffuser de vraies informations auprès du grand public peut contribuer à le sensibiliser et petit à petit permettre la mise en place de mesures assurant la sauvegarde les serpents marins.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude à monsieur Ivan Ineich, Maître de conférence au MNHN, herpétologiste. Sans ses travaux et la documentation qu'il m'a communiquée, ce mémoire n'aurait pas pu être rédigé.

Je remercie également madame Annelise Delacôte-Heintz, chargée de la programmation culturelle du MNHN, qui m'a permis de le rencontrer.

Une mention particulière aux collaborateurs du site DORIS grâce auxquels j'ai eu accès à une iconographie remarquable.

Enfin un grand merci à Christian Laubin pour la mise en page et à Christian Scoupe pour la relecture de ce mémoire.

16. GLOSSAIRE

ADN mitochondrial

La mitochondrie est un organite cytoplasmique de la cellule, qui synthétise l'adénosine triphosphate (ATP) source universelle d'énergie pour les êtres vivants. Les mitochondries contiennent un fragment d'ADN (ADN mt) provenant uniquement de l'ovule et donc transmis uniquement par la mère.

Acide aminé

Molécule organique ayant une fonction acide et une fonction amine. Une vingtaine d'acides aminés constituent les protides de la matière vivante

Amniote.

Animal vertébré dont l'embryon est enveloppé d'un amnios, annexe embryonnaire à rôle protecteur (« Reptiles », Oiseaux et Mammifères). Une membrane entoure l'embryon et forme un sac renfermant le liquide dans lequel le jeune se développe.

Les amniotes sont des tétrapodes affranchis du milieu aquatique pour leur reproduction.

Amphisbènes

(Grec *amphis*, des deux côtés et *bainein*, marcher) « Reptile » lacertilien apode fouisseur des régions tropicales dont la tête et la queue ont le même aspect et qui peuvent se déplacer aussi bien en avant qu'en arrière.

Anaphylactique

L'anaphylaxie est une forme d'allergie aiguë dont les symptômes apparaissent immédiatement après le contact avec l'allergène.

Anapsides

(Grec *an-*, élément privatif et *hopsis*, orbite).

Aposématique

Se dit des couleurs vives et en rupture complète avec le support, du corps de certains animaux. Ces couleurs, symbole de non-comestibilité, dissuadent les prédateurs. Elles sont appelées « colorations aposématiques » ou « colorations vexillaires », du latin *vexillum*, étendard: les animaux arborent leur coloration comme un étendard pour ne pas être inquiétés par des prédateurs potentiels.

Archosaures (grec *archo*, ancien, primitif et *saur*, lézard). Reptiles anciens à l'origine des dinosaures, des crocodiles et des oiseaux.

ARN ribosomique

Acides nucléiques indispensables à la synthèse des protéines. Associés à des protéines ils constituent le ribosome organite cytoplasmique des cellules. Les gènes codant ces ARN et leurs séquences sont très utilisés en phylogénie pour reconstruire l'histoire évolutive des organismes et établir des divergences génétiques anciennes.

Chéloniens

(Grec *kelônê*, tortue) Les tortues.

Chémoréception

Les chémorécepteurs ou chimiorécepteurs sont des récepteurs sensoriels sensibles à des substances chimiques.

CITES

La CITES, ou convention de Washington, est une convention Internationale sur le commerce des espèces sauvages de la faune et de la flore menacées d'extinction C'est un accord international contraignant entre les états. Les recommandations de la CITES ne remplacent pas les lois nationales de chaque pays adhérent qui doit établir une législation nationale garantissant le respect de la convention au niveau national.

Classification

Lorsque le latin est utilisé pour nommer ordres, familles, sous familles, il y a une terminaison codifiée qui permet de savoir quel est le rang taxinomique dans la systématique. Pour les animaux: superfamilles : **oïdea**, familles : **idae**, sous familles : **inae**. (Colubroïdea, Colubridae, Colubrinae).

Ces rangs sont utilisés par les systématiciens qui souhaitent adapter les taxons issus de l'analyse cladistique à l'ancien système linnéen de la classification classique.

Cryptozoologie

Etude scientifique d'animaux dont l'existence est contestée (serpent de mer, yéti, etc.).

Diapsides

Se dit des vertébrés qui possèdent deux fosses temporales en arrière de l'orbite.

Ectoparasite

Parasite externe

Ectothermes ou poïkilotherme

(Grec *ektos*, dehors et *thermos*, chaud) (Grec *poikilos*, varié et *thermos*, chaleur) Se dit d'un animal (« reptile », poisson) dont la température varie avec celle du milieu.

Endothermes (Grec *homolos*, semblable et *thermos*, chaleur) Se dit d'un animal (mammifère ou oiseau) dont la température centrale est constante, générée par un mécanisme interne de thermorégulation

Epibionte

Organisme qui vit à la surface d'un substrat sans avoir de relation avec lui.

Excrétion active

Toute cellule vivante doit prélever de son environnement ou y excréter des molécules ou des ions pour satisfaire son métabolisme. Ceci repose sur des transferts à travers la membrane cellulaire. Il y a deux types de transport membranaire: le transport passif et le transport actif. Dans le transport passif, les mouvements à travers la membrane sont spontanés alors que dans le transport actif de molécules contre leur gradient de concentration nécessite de fournir de l'énergie au système transporteur. Ces mécanismes sont complexes.

Lépidosaures ou Lépidosauriens

(Grec *lepidos*, écaille et *saur*, lézard): terme regroupant les « reptiles » à écailles épidermiques: Rhynchocéphales ou Sphénodontiens et Squamates ou Saurophidiens (du grec *saur* lézard et *ophid*, serpent) qui comprennent les lézards (sauriens) et les serpents (ophidiens).

Mimétisme batésien

Forme de mimétisme qui consiste, pour un animal imitateur inoffensif, à imiter un autre organisme non comestible (toxique, à goût désagréable, etc.). Ce mode de mimétisme protège l'animal imitateur des prédateurs qui ont appris à leurs dépens à associer l'organisme imité à une mauvaise expérience.

Le mimétisme batésien doit son nom à sir Henry Bates (1825 – 1892), élève de Charles Darwin, qui avait étudié le phénomène chez des papillons d'Amazonie

Monophylétique

(Du grec *monos*, seul et *phûlon*, tribu) En systématique se dit d'un groupe comprenant un ancêtre commun et tous ses descendants.

Morsure sèche

Morsure sans injection de venin

Niue

Ile du Pacifique (259 km²). Territoire associé à la Nouvelle Zélande.

Opisthoglyphes

Voir Protéroglyphes

Paraphylétique

(Du grec *para*, à côté de et *phûlon*, tribu) En systématique se dit d'un groupe comprenant un ancêtre commun mais pas l'ensemble de ses descendants.

Peptide

Protéine composée de plusieurs acides aminés.

Philopatrie

(Du grec *philos*, aimer et du latin *patria*, pays du père) Tendance de certains individus à rester ou à revenir à l'endroit où ils sont nés.

Phorétique

La phorésie est un type d'interaction entre deux organismes où un individu est transporté par un autre. L'espèce transportée est dite phorétique.

Phylogénétique

(Grec *phûlon*, espèce et *genesis*, origine) Relatif à la phylogénèse. Reconstitution de de la filiation des espèces au cours de l'évolution.

Polypeptide

Substance protéique composée d'un assemblage de plusieurs peptides.

Présynaptique

La synapse (grec *sunapsis*, union) est la jonction entre deux neurones ou entre un neurone et la fibre musculaire au niveau de la plaque motrice, l'un sécrétant un neuromédiateur (neurone présynaptique), l'autre possédant des récepteurs à ce médiateur et répondant à la liaison du médiateur (neurone postsynaptique ou muscle) ; l'espace entre les deux est la fente synaptique.

Protéine

(Grec *protos*, premier) Macromolécule constituée par une longue chaîne d'acides aminés.

Protéroglyphes

(Grec *proteros*, premier et glyphe, crochet venimeux). Type de serpents qui ont les crochets venimeux à l'avant de la bouche. Par opposition aux aglyphes (qui n'ont pas de crochets, aux opisthoglyphes (qui ont les crochets en arrière de la bouche) et aux solénoglyphes (qui ont des crochets venimeux en tube).

Récepteurs

Les récepteurs sont capables de reconnaître et de se lier à une molécule informative. Cette molécule (ici l'acétylcholine), synthétisée dans le neurone présynaptique est libérée dans la synapse puis fixée sur les récepteurs postsynaptiques qui sont stimulés. La muscarine stimule les récepteurs de l'acétylcholine d'où le nom d'effet muscarinique.

Le curare entraîne une paralysie musculaire par antagonisme de l'acétylcholine sur les récepteurs muscariniques.

Rhabdomyolyse

Destruction des cellules musculaires Elle entraîne la libération de myoglobine protéine du muscle qui ressemble à l'hémoglobine.

Rhynchocéphales

Les Rhynchocéphales (du grec *rhynchos*, museau, bec et *cephal*, tête) ou Sphénodontiens (du grec *sphenos*, coin pour fendre et *odon*, dent) groupe florissant il y a 200 MA, sont des « reptiles » diapsides lépidosauriens ressemblant à des lézards et dont la tête semble prolongée par un bec. Une seule espèce actuelle, le sphénodon de Nouvelle Zélande dont le prémaxillaire a la forme d'un coin, comme un bec.

Sauropsides

Tétrapodes présentant des caractères reptiliens marqués tels que les « reptiles » actuels, les dinosaures, les oiseaux.

Shunt

Mot anglais « dérivation ». Un shunt est une communication au niveau du cœur ou des vaisseaux qui permet de dériver une partie du sang de la circulation principale.

Slicks

Radeaux formés de débris divers (algues, branches, bois flottant) qui se créent à la faveur de la rencontre de plusieurs courants marins.

Sphénodontiens

Voir Rhynchocéphales.

Squamates

(Du latin *squama*, écaille): Groupe comprenant des vertébrés au corps allongé avec une longue queue et revêtu d'écailles cornées. Ils pratiquent la locomotion quadrupède ou la reptation (serpents, lézards ayant perdu secondairement leurs membres et amphibènes).

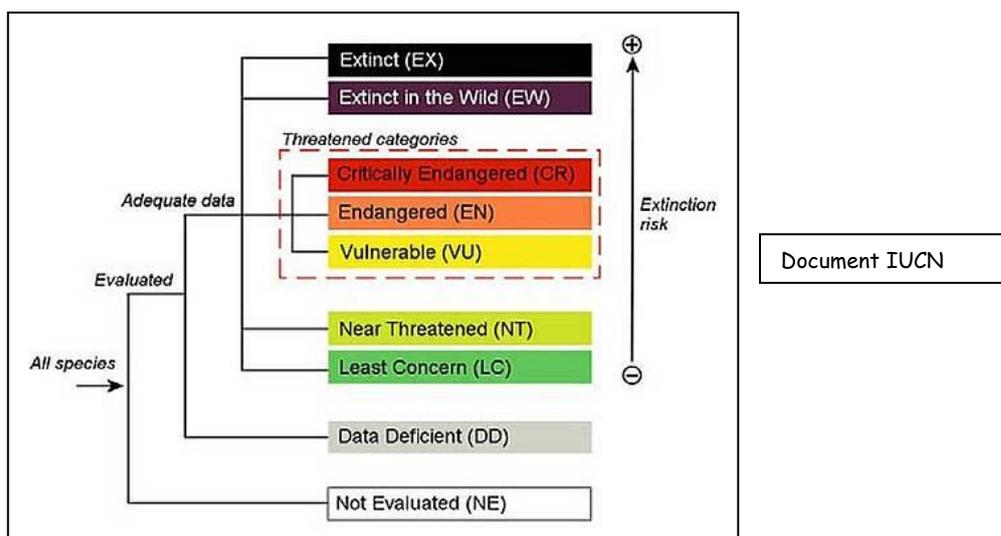
UICN ou IUCN

Union Internationale pour la Conservation de la Nature, International Union for Conservation of Nature.

La liste rouge de l'UICN constitue un inventaire mondial de l'état de conservation des espèces animales et végétales. Fondée sur des bases scientifiques, elle permet de connaître le degré des menaces pesant sur une espèce. Son but est d'inviter tous les acteurs à agir pour limiter le taux d'extinction des espèces.

L'UICN classe les espèces en 9 catégories :

Eteinte, extinct EX, éteinte à l'état sauvage, extinct in the wild EW, en danger critique, critically endangered CR, en danger, endangered EN, vulnérable, vulnerable VU, quasi menacée, near threatened NT, préoccupation mineure, least concern LC, données insuffisantes, data deficient DD, non évalué, not evaluated NE.



17. OUVRAGES ET SITES CONSULTÉS

André BEAUMONT et Pierre CASSIER « Biologie animale, les Chordés » 9^{ème} édition Dunod 2009

Andrew M. DURSO « *HYDROPHIS (=PELAMIS) PLARURA* (yellow belied sea snake) INTERACTION WITH DOLPHINS»

Natural History Notes Herpetological Review 46 (1) 2015 pages 104-105

Arne Redsted RASMUSSEN « Marine Reptiles » PLoS ONE November 2011 Volume6 Issue 11 e27373

Bernard HEUVELMANS « Le Grand Serpent de mer » Editions Plon 1965

Bernard Le Garff « Dictionnaire étymologique de zoologie ». Delachaux et Niestlé 1998

Christiane T. ELFES and al « Fascinating ant Forgotten : The Conservation Status of Marine Elapids Snakes » Herpetological Conservation and Biology 8(1): 37-52. Published 30 April 2013

Claude MAILLAUD – Yves LEFEVRE « Guide de la faune marine d'Océanie » Au vent des îles 2007

COLLECTIF sous la direction éditoriale de Rolland BAUCHOT « Serpents » Artémis 2005

Dietrich MEBS, traduction Max GOYFFON « Animaux venimeux et vénéneux » Edition TEK & DOC 2006

François BRISCHOUX et Xavier BONNET X. 2009.- « Life history of sea kraits in New Caledonia », in GRANDCOLAS P. 'ed), Zoologia Neocaledinica 7. Biodiversity studies in New Caledonia. Memoires du Muséum d'histoire naturelle 198

Guillaume LECOINTRE et Hervé Le Guyader « Classification phylogénétique du vivant ». Belin 2001

Ivan INEICH « Des serpents sous la mer ». Pour la Science n° 322 août 2004

Ivan INEICH « Les serpents marins » Découverte et Protection du milieu Marin en Plongée 11 et 12 janvier 2008 MNHN

Ivan INEICH et Pierre LABOUTE « Les serpents marins de Nouvelle Calédonie ». IRD Editions MNHN 2002

Jean-Louis MORERE et Raymond PUJOL « Dictionnaire raisonné de Biologie ». Frison-Roche 2003

Kate L. SANDERS and al. « Multilocus phylogeny and recent rapid radiation of the viviparous sea snakes (Elapidae: Hydrophiinae) ». Molecular Phylogenetics and Evolution YMPEV 4289 5 october 2012

NGUYEN VAN CAO and al. «Sea Snake Harvest in the Gulf of Thailand» Conservation Biology Volume 28 N°6, 1677-1687 © 2014 Society Conservation Biology DOI: 10.1111/cobi.12387

Roland PATEL « Zoologie des Cordés » Ellipses 1991

Romarc FORET « Dico de Bio ». De Boeck & Larcier 2004

Ryosuke MOTANI « Les maîtres des océans » Dossier pour science n° 48 2005. 2005

Thomas CAVAILLE-FOL « L'énigme du serpent à quatre pattes ». Science & Vie n° 1177 octobre 2015.

Vimoksalehi LUKOSCHEK and al « Enigmatic declines of Australia's sea snakes from a biodiversity hotspot » Biological Conservation 166 (2013) 191-202

Yves LANDRY et Yveline RIVAL « Dictionnaire pharmaceutique ». Lavoisier Tech et Doc 2007

<http://www.environment.gov.au/system/files/pages/dc11235d-8b3b-43f7-b991-8429f477a1d4/files/35-fauna-2a-squamata-elapidae.pdf>

Fauna of Australia 35 Family Elapidae. Glenn SHE, Richard SHINE, Jeannette C. COVACEVICH

<http://www.environment.gov.au/system/files/pages/dc11235d-8b3b-43f7-b991-8429f477a1d4/files/36-fauna-2a-squamata-hydrophiidae.pdf>

Fauna of Australia 36 Family Hydrophiidae. Harold HEATWOLE, Harold G COGGER

<http://www.environment.gov.au/system/files/pages/dc11235d-8b3b-43f7-b991-8429f477a1d4/files/37-fauna-2a-squamata-latacaudidae.pdf>

Fauna of Australia 37 Family Latacaudidae. Harold HEATWOLE, Michael G GUINEA

<http://doris.ffessm.fr/> Site DORIS FFESSM

http://www.researchgate.net/publication/224039342_Marine_Snake_Epibiosis_A_Review_and_First_Report_of_Decapods_Associated_with_Pelamis_platurus

Marine Snake Epibiosis: A Review and First Report of Decapods Associated with *Pelamis platurus*. Joseph B Pfaller, Michael Frick, François Brischoux.

<http://www.iucnredlist.org/search> UICN

http://www.csl.com.au/docs/217/601/Sea-Snake-AV_PI_V5_Clean_TGA-Approved_13-January-2014.pdf

Sérum antivenimeux