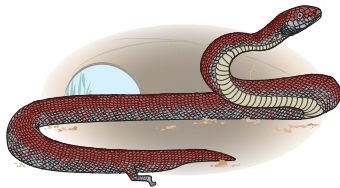
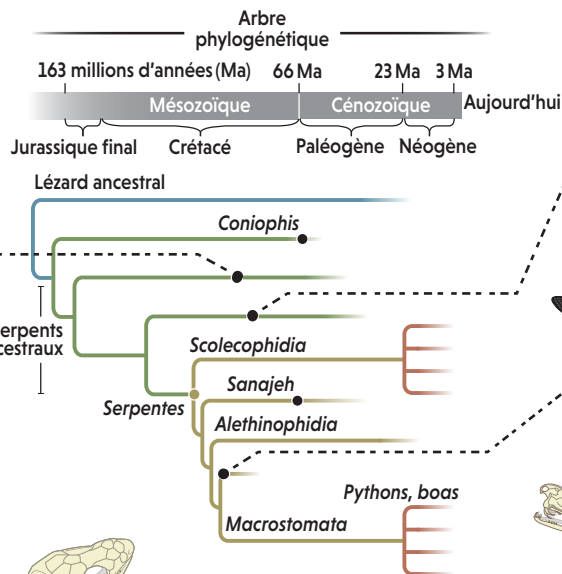


L'ÉVOLUTION DES SERPENTS

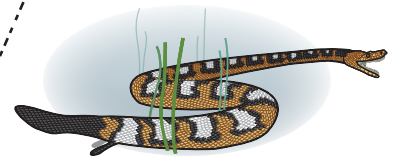
La transformation des lézards anciens en serpents est l'une des plus spectaculaires de l'histoire des vertébrés. Des découvertes récentes aident à reconstruire de quelle façon le plan d'organisation des serpents – un tronc à nombreuses vertèbres et dénué de membres – a émergé.



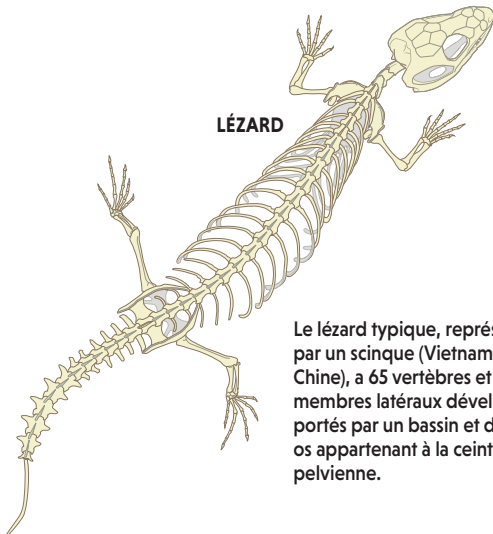
Découvert en Argentine, *Najash rionegrina* est un serpent terrestre de 92 millions d'années. Sa paire de petits membres postérieurs aurait fonctionné comme une sorte de grappin lors de l'accouplement.



Dinilysia patagonica, une espèce fousseuse qui vivait il y a 85 millions d'années en Argentine, est la plus ancienne forme de serpent sans pattes connue et... la plus proche des serpents actuels. Elle suggère que c'est en s'adaptant au mode de vie souterrain que les serpents ont perdu leurs pattes.

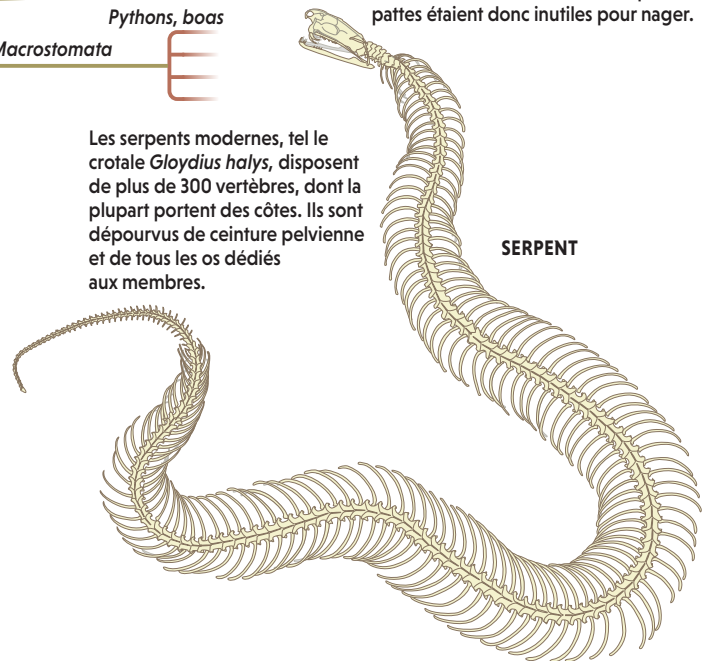


Découvert près de Jérusalem, *Pachyrhachis problematicus* est un serpent fossile marin de 98 millions d'années. Comme il était probablement dénué de hanches, ses deux petites pattes étaient donc inutiles pour nager.



LÉZARD

Le lézard typique, représenté ici par un scinque (Vietnam et Chine), a 65 vertèbres et quatre membres latéraux développés portés par un bassin et d'autres os appartenant à la ceinture pelvienne.



SERPENT

Les serpents modernes, tel le crotale *Gloydius halys*, disposent de plus de 300 vertèbres, dont la plupart portent des côtes. Ils sont dépourvus de ceinture pelvienne et de tous les os dédiés aux membres.

> que *Najash*, qui était toujours doté de pattes arrières, tout en restant plus primitif que les genres modernes. Cette découverte soutient l'idée que les lignées qui ont conduit aux serpents modernes ont perdu leurs membres en s'adaptant à la vie souterraine.

Le fait que la vie fousseuse ait prédominé chez les ancêtres des serpents actuels n'implique pas qu'un beau jour des lézards du Crétacé aient décidé de vivre sous terre, puis qu'ils aient graduellement perdu leurs pattes.

L'évolution est un phénomène aléatoire. L'orientation vers une vie souterraine n'a été que l'un des nombreux événements qui ont influencé la mise en place du plan d'organisation des serpents. Ce nouveau mode de vie a probablement supprimé certaines contraintes s'exerçant sur le génome des serpents primitifs, lesquelles étaient auparavant indispensables à leur survie. Une fois ces contraintes levées, les membres et le tronc ont pu changer. C'est bien pour cette raison que le registre fossile des



Leur colonne vertébrale compte plus de 300 vertèbres, contre 33 chez les humains



serpents contient toute une variété de types de membres et de longueurs du corps.

Le séquençage du génome et l'édition des gènes ont aussi apporté leur part à la compréhension de l'évolution des serpents. Tous les vertébrés partagent de nombreux gènes. Les grandes différences séparant les plans d'organisation des oiseaux, des poissons et des autres vertébrés proviennent de mutations situées dans une toute petite partie du génome. En théorie, le passage du corps membré du lézard au corps allongé et sans membres du serpent résulte de changements dans seulement quelques régions clés du génome.

QUAND LE CORPS S'ALLONGE

L'étude fine du développement embryonnaire des vertébrés révèle les étapes qui ont conduit à la formation d'un élément anatomique caractéristique chez les serpents : leur colonne vertébrale comporte plus de 300 vertèbres, contre 33 chez un humain et 65 chez un lézard. La tête et le tronc des vertébrés membrés se forment à partir de blocs de cellules dont chacun donnera une vertèbre : les somites. Ces structures embryonnaires transitoires se ressemblent d'abord, puis se différencient pour former les diverses régions de la colonne vertébrale, du cou à la queue.

Un gène curieusement nommé *Lunatic fringe* (littéralement « frange folle ») favorise la multiplication des vertèbres chez les serpents. Avec d'autres gènes à l'origine de la formation des somites, il crée des groupes de cellules à l'extrémité caudale de l'embryon. Une fois qu'un certain nombre de cellules se sont accumulées, un somite se forme et remonte le long du corps comme une perle sur un fil. Ensemble, les gènes responsables de la formation des somites constituent ce que l'on nomme l'horloge moléculaire de la somitogenèse, car ils s'activent et se désactivent de manière périodique pour produire les somites. Plus cette horloge bat vite et plus de somites sont produits à partir du même nombre

de cellules. Un indice corrobore cette description : avec des collègues, Céline Gomez, maintenant au Centre Sanger, en Angleterre, a notamment montré que le gène *Lunatic fringe* s'exprime plus souvent chez le serpent des blés que chez les lézards ; or son horloge de la somitogenèse bat aussi plus vite que celle des lézards.

Les vertèbres ne sont pas les seuls os à développement atypique chez les serpents, puisque c'est aussi le cas des côtes. Pour comprendre pourquoi, prenons les cas de la souris et de l'alligator. Seules les vertèbres thoraciques de ces animaux portent des côtes ; ni les vertèbres cervicales, ni celles des hanches n'en portent, car un gène nommé *Hox10* y empêche leur formation. Chez les serpents, en revanche, excepté les trois vertèbres les plus proches de la tête et celles de la queue, toutes portent des côtes.

Les chercheurs ont longtemps pensé que la souris et l'alligator, avec leurs colonnes vertébrales où les vertèbres du cou et des hanches se distinguent de celles du thorax, étaient de bons modèles du tronc des animaux anciens à pattes. La colonne vertébrale homogène des serpents serait le fruit de l'évolution de cette forme ancestrale – une spécialisation peut-être liée à la perte des membres. Ils soupçonnaient donc que les gènes *Hox*, qui gouvernent la différenciation des vertèbres chez d'autres animaux, étaient, d'une façon ou d'une autre, perturbés chez les serpents.

Une étude récente de certains fossiles pointe vers un autre scénario. En 2015, Jason Head, alors à l'université du Nebraska à Lincoln, et David Polly, de l'université de l'Indiana à Bloomington, ont modélisé l'évolution du squelette du tronc chez les tétrapodes, c'est-à-dire chez les animaux à quatre membres (ou qui l'ont été). Pour commencer, ils ont établi par des méthodes statistiques que les serpents ont en fait autant de régions distinctes dans la colonne vertébrale que les lézards. Les changements de forme des vertèbres induits par les gènes *Hox* seraient juste plus subtils chez les serpents. Ils ont ensuite déterminé que, contrairement à la théorie la plus commune, les tétrapodes ancestraux avaient des côtes associées à la plupart des vertèbres situées au-delà des hanches. Les fossiles d'anciens cousins de mammifères et d'alligators ont des côtes attachées aux vertèbres du cou et de la taille. Par conséquent, la disparition ou la réduction des côtes dans ces régions chez les alligators modernes, les oiseaux et les mammifères s'est produite indépendamment chez les uns et les autres. Elle n'est donc pas héritée d'un ancêtre commun.

Ainsi, l'examen de fossiles et d'espèces actuelles a révélé quel caractère du tronc les serpents ont hérité de leurs ancêtres membrés (la répartition des côtes) et lequel est propre aux serpents (un corps très allongé).

