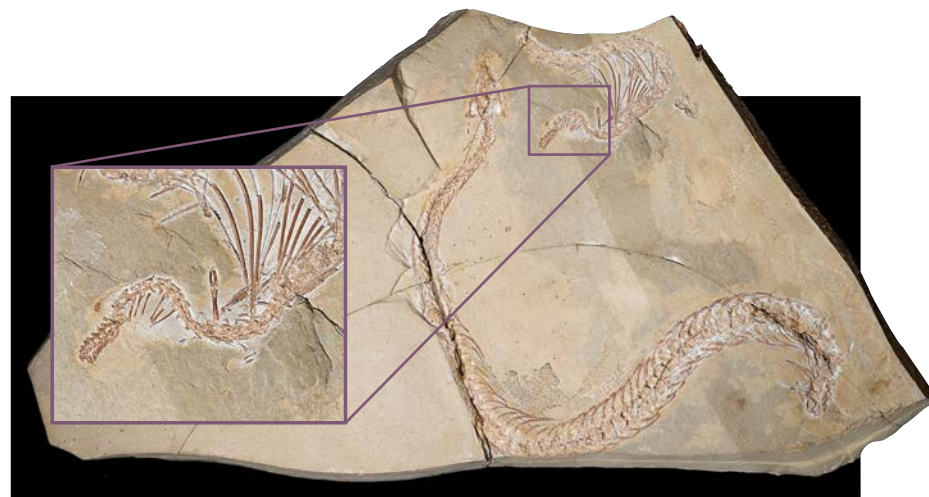


L'ORIGINE DES SERPENTS MODERNES RESTE DÉBATTUE

L'origine des serpents a toujours été très discutée et elle le reste à notre avis. Dans cet article, Hongyu Yi apporte sur cette question une ligne de raisonnement fondée sur l'oreille interne, et plus particulièrement son vestibule – celui de serpents et de lézards actuels et celui de *Dinilysia*, un serpent fossile sans pattes du Crétacé argentin. Hongyu Yi note que le vestibule de *Dinilysia* est similaire à celui de *Xenopeltis*, un serpent actuel du Sud-Est asiatique, et qu'il est très différent de celui des espèces marines. Elle conclut alors que *Dinilysia* vivait comme *Xenopeltis*. Avec une très forte probabilité, elle considère que *Dinilysia*, qui a précédé les serpents modernes, était fouisseur et, donc, que la vie souterraine a été l'environnement ayant conduit à la perte des pattes chez les serpents.

Pour autant, Alessandro Palci, du Muséum australien du Sud, à Adélaïde, en Australie, et ses collègues ont montré en 2017 qu'un vestibule semblable à celui de *Dinilysia* n'existe pas que chez les serpents dits fouisseurs, mais aussi chez certains serpents semi-aquatiques. Ce type de vestibule manque en outre chez les fouisseurs authentiques que sont les scolécophidiens. En fait, l'échantillon de serpents actuels utilisé par Hongyu Yi ne semble pas assez large pour que sa conclusion soit certaine.

Un défaut d'échantillonnage apparaît aussi dans le cas de la signification de la queue. Hongyu Yi pense qu'une queue courte est caractéristique d'un mode de vie fouisseur. Or *Najash*, autre serpent ancien, présente cette caractéristique et aurait donc été fouisseur. Autrement dit,



Le fossile d'*Eupodophis descouensi* présente deux petites pattes arrière (carré ci-dessus), ce qui amène à le considérer comme une forme de transition entre les lézards anciens et les serpents du Crétacé.

encore un serpent ancien qui était fouisseur. Pourtant, il existe au Moyen-Orient, dans le Crétacé supérieur, des serpents qui méritent une attention particulière. Il s'agit de serpents marins, bien adaptés à la nage, qui présentent de petites pattes postérieures. Hongyu Yi en cite deux, *Pachyrhachis* et *Haasiophis*, mais omet le troisième, *Eupodophis*. Or, l'une des caractéristiques d'*Eupodophis* est d'avoir une queue très courte. Cette particularité anatomique ne se rencontre donc pas que chez les serpents fouisseurs, mais aussi chez une espèce aquatique.

Les caractéristiques de l'oreille interne et de la queue, utilisées pour suggérer que c'est un mode de vie fouisseur

ces faux fouisseurs; il vit dans des marécages, des rizières et se cache dans des sols mous; il s'agit d'un semi-fouisseur à tendance aquatique.

Du reste, pourquoi Hongyu Yi oppose-t-elle milieu terrestre et milieu marin? Elle considère que les serpents anciens du Jurassique et du Crétacé étaient terrestres et en particulier que *Dinilysia* et *Najash* étaient fouisseurs. Nous avons vu que les arguments en faveur d'une vie fouisseuse pour ces deux serpents ne sont pas convaincants. *Dinilysia* était en fait probablement semi-aquatique et semi-fouisseur, comme l'ont suggéré Adriana Albino, de l'université de Mar del Plata en Argentine, et Michael Caldwell de l'université de l'Alberta, au Canada. Quant à *Najash*, il a été trouvé dans des dépôts d'origine fluvio-lacustre, ce qui n'est pas un argument définitif, mais jette un doute sur un mode de vie purement fouisseur. Enfin, si l'on peut dire que les autres fossiles anciens, jurassiques et crétacés, proviennent de sédiments terrestres, au sens d'opposés à marins, cela ne veut pas dire qu'ils n'étaient pas plus ou moins aquatiques. En effet, les gisements qui les ont fournis sont d'origine aquatique (fluviales, lacustres, lagunaires). Il ne faut pas oublier que le milieu d'eau douce existe!

De tout cela, que conclure? Que même si la méthode proposée par Hongyu Yi intéresse, en l'état actuel du registre fossile, trancher quant à la perte des membres qui a produit les serpents modernes reste difficile. La discussion entre paléontologues se poursuit.

En l'état actuel du registre fossile, la discussion entre paléontologues continue

qui a conduit à la perte des pattes, ne permettent pas, en fait, de conclusion solide. Quant au mode de vie du serpent actuel pris comme «modèle», il convient de relativiser. L'usage du qualificatif «fouisseur» chez les serpents est souvent abusif. Il existe de vrais fouisseurs qui creusent leurs galeries (comme les scolécophidiens) et d'autres qui, bien qu'appelés fouisseurs, ne creusent pas mais se contentent de s'abriter dans des cavités préexistantes, sous la litière, ou se déplacent dans des sols très mous. Or *Xenopeltis* qui est pris par Hongyu Yi comme analogue de *Dinilysia*, est l'un de

JEAN-CLAUDE RAGE

Paléontologue, directeur de recherche émérite au CNRS

L'étude du développement d'espèces actuelles a aussi récemment fourni une piste pour comprendre comment les serpents ont perdu leurs membres. En 2016, Evgeny Kvon, du laboratoire national Lawrence, à Berkeley, et ses collègues ont identifié un « interrupteur » génétique du développement des membres chez le serpent et la souris. Les chercheurs ont inséré un fragment de gène de serpent dans le génome d'une souris de laboratoire et produit ainsi un animal de science-fiction : une « souris serpentine » dotée d'un corps normal, mais de membres réduits.

Le fragment de gène en question est un segment d'ADN connu comme la séquence régulatrice ZRS. Celle-ci, lorsqu'elle est active chez la souris, joue un rôle critique dans la formation des membres postérieurs. Une seule mutation de ce fragment suffit pour causer une anomalie des membres. En raison de son importance pour la survie, la séquence ZRS est restée quasiment inchangée tout au long de l'évolution des tétrapodes, mais s'avère très variable chez les serpents.

Les variants de ZRS découverts chez les serpents correspondent à la diversité observable de la forme de leurs membres. Les serpents modernes les plus proches des formes anciennes, tels les pythons et les boas, ont toujours une séquence ZRS propice au développement de membres, mais plus courte que celle d'autres vertébrés membrés. Ces deux types de serpents constrictors sont dotés de rudimentaires pattes postérieures ressemblant à des ergots. En revanche, les serpents modernes les plus éloignés des formes anciennes, tel le serpent des blés, ont perdu l'intégralité de la séquence ZRS et n'ont strictement plus aucun os de membre.

La découverte de variants génétiques correspondant aux variations de la forme des membres donne un nouvel éclairage sur les serpents fossiles. *Najash* a conservé sa ceinture pelvienne, son fémur, son tibia tronqué et sa fibula mais, à l'instar de *Pachyrhachis*, il n'a aucun ossement d'orteil. Ces deux genres révèlent que pendant la transition des lézards anciens vers les serpents, les gènes régulateurs des membres ont été modifiés tout en restant fonctionnels chez certains serpents ancestraux. Pour sa part, le genre *Dinilysia* n'avait plus aucun os de membre ni ceinture pelvienne. Il constitue donc l'un des premiers cas de perte complète de la séquence amplificatrice des membres au cours de l'évolution des serpents.

Au Crétacé supérieur, alors que s'écrivait le dernier chapitre de l'histoire des dinosaures, les serpents ont subi des changements importants de leur plan d'organisation et peut-être une évolution rapide de leur génome. Nous ne faisons que commencer à sonder les bases

génétiques des caractères visibles dans le registre fossile. Le genre *Haasiophis* n'avait par exemple pas de ceinture pelvienne, mais présentait un fémur complet, un tibia et un péroné bien développés ainsi que les os de la cheville et du pied. On ne trouve aucun équivalent chez les serpents modernes, mais la présence d'*Haasiophis* dans les archives fossiles suggère que plusieurs séquences similaires à ZRS régulaient la formation des membres dans le passé ancien.

UN CHAÎNON MANQUANT ?

Des indices sur l'origine des serpents continuent d'apparaître. En 2015, une équipe menée par David Martill, de l'université de Portsmouth, en Angleterre, a annoncé avoir étudié un serpent quadrupède qui, il y a 120 millions d'années, vivait dans ce qui allait devenir le Brésil. *Tetrapodophis amplexus* était doté de quatre membres complets, munis de doigts et d'orteils, qui lui auraient servi de moyen d'accrochage pendant l'accouplement. Bien que très court, ce serpent possédait plus de 200 vertèbres. Son long tronc et sa courte queue suggèrent qu'il était fouisseur, ce qui va dans le sens de l'hypothèse d'une origine terrestre des serpents. Étant donné son ancienneté, son écologie et l'état de ses membres, ce spécimen semble avoir tous les caractères des serpents de transition que cherchent les paléontologues.

En 2016, toutefois, lors du congrès de la Société de paléontologie des vertébrés à Salt Lake City, certains chercheurs ont remis en cause la description du fossile faite par ses découvreurs. Pour eux, *Tetrapodophis* ne serait pas un serpent, mais plutôt un lézard marin. Il est donc susceptible de relancer le débat sur l'origine, marine ou terrestre des serpents.

Outre *Tetrapodophis*, les chercheurs explorent plusieurs énigmes non résolues de l'évolution des serpents. Nous souhaiterions par exemple déterminer si les serpents sont d'abord apparus sur les continents septentrionaux ou méridionaux et si leurs premières espèces furent diurnes ou nocturnes. Nous aimerions aussi savoir comment l'évolution des serpents les a dotés de mâchoires assez grandes pour avaler des proies plus larges que leur tête et comment certains sont devenus venimeux.

Les réponses ne rendront que plus intéressante une histoire évolutive déjà passionnante ! Les cultures populaires et les religions abondent de légendes expliquant la perte des membres du serpent. Le serpent de la Bible, par exemple, aurait été forcé par Dieu à ramper pour le punir d'avoir poussé Adam et Ève à manger le fruit défendu. Toutefois, la sélection naturelle n'a en réalité aucun objectif. Ses innovations ne répondent pas à un dessein : elles ne sont que le résultat des interactions sans fin des animaux et de leur environnement. ■

BIBLIOGRAPHIE

A. Palci et al., **The morphology of the inner ear of squamate reptiles and its bearing on the origin of snakes**, *Royal Society Open Science*, vol. 4, 170685, 2017.

E. Kvon et al., **Progressive loss of function in a limb enhancer during snake evolution**, *Cell*, vol. 167, pp. 633-642, 2016.

J. Head et P. D. Polly, **Evolution of the snake body form reveals homoplasy in amniote Hox Gene function**, *Nature*, vol. 520, pp. 86-89, 2015.

D. Martill et al., **A four-legged snake from the early Cretaceous of Gondwana**, *Science*, vol. 349, pp. 416-419, 2015.

H. Yi et M. Norell, **The burrowing origin of modern snakes**, *Science Advances*, vol. 1, article e1500743, 2015.

A. Albino et M. Caldwell, **Hábitos de vida de la serpiente cretácica *Dinilysia patagonica* Woodward, Ameghiniana**, vol. 40, pp. 407-414, 2003.