

> des recherches en biologie évolutive du développement ont élucidé certains des mécanismes génétiques par lesquels les membres des serpents ont pu disparaître et leurs vertèbres se multiplier. Notre vision de l'origine des serpents est certes loin d'être complète, mais nous cernons de mieux en mieux comment ils se sont transformés.

PREMIER SERPENT SANS PATTES

Le premier serpent sans pattes connu, *Dinilysia patagonica*, a émergé il y a quelque 85 millions d'années, à la fin du Crétacé, alors que les dinosaures dominaient encore le monde. Particulièrement bien conservé, son squelette, quasi complet, était pris dans le grès de couleur rouille du plateau patagonien. D'une taille comparable à celle d'un homme, il n'a ni membres, ni ceinture scapulaire (soutien des épaules) ou pelvienne. Sa découverte dans un dépôt sédimentaire terrestre nous apprend par ailleurs qu'il vivait sur terre.

Pour autant, d'autres serpents de la même époque géologique présentaient des membres. *Najash rionegrina*, une espèce terrestre d'Argentine vieille de 92 millions d'années dont les représentants ne sont guère plus longs qu'un spaghetti, disposait de petits membres postérieurs constitués d'éléments osseux partant de la hanche jusqu'à la cheville. Bien trop petits et délicats pour supporter le poids de l'animal, ils lui auraient plutôt servi à s'accrocher au partenaire pendant l'accouplement.

D'autres serpents à pattes du Crétacé supérieur vivaient dans les océans. Dans la région de Jérusalem, des dépôts d'origine marine ont livré des fossiles de serpents marins, qui nageaient dans une mer où vivaient aussi des requins. Deux de ces formes fossiles – *Pachyrhachis* et *Haasiophis* – présentaient des membres postérieurs presque complets comprenant les os de la cuisse, de la jambe et du pied. Leur fonction est inconnue. Les membres de *Pachyrhachis* et de *Haasiophis* n'étant pas reliés au tronc par une ceinture pelvienne, leurs pattes n'étaient que de peu d'utilité pour la nage.

En somme, ces fossiles montrent que l'évolution des serpents était déjà lancée au Crétacé supérieur. Le corps long et sinueux doté de membres déjà réduits était déjà bien établi et les serpents se diversifiaient rapidement en une multitude de formes exploitant toute une variété de niches écologiques. Pour comprendre les origines de ce plan anatomique de base – ou plan d'organisation – caractéristique des serpents, les chercheurs doivent donc examiner des fossiles plus anciens.

Jusqu'à récemment, les chercheurs n'avaient que peu de fossiles antérieurs au Crétacé supérieur à étudier, mais, ces cinq dernières années, plusieurs trouvailles du début du Crétacé, voire du Jurassique, ont été faites.

Trop fragmentaires pour révéler les proportions du corps, elles proviennent de sédiments terrestres européens ou nord-américains. Ces restes, s'il s'agit bien de serpents, font débiter le registre fossile du groupe 70 millions d'années plus tôt et montrent que les plus anciens individus connus vivaient sur terre et non en mer.

Toutefois, le nombre grandissant d'indices pointant vers une origine terrestre des serpents n'explique pas pourquoi ils ont évolué vers une forme fuselée. Le mode de vie souterrain est facilité par une réduction des membres. Les lézards et les serpents modernes qui vivent sous terre creusent leurs tunnels simplement en poussant la terre meuble de leur tête – des pattes ne feraient que les gêner. Pour autant, il reste difficile d'affirmer que telle ou telle forme fossile de serpent creusait des terriers : les fossiles datant du début du Crétacé et du Jurassique

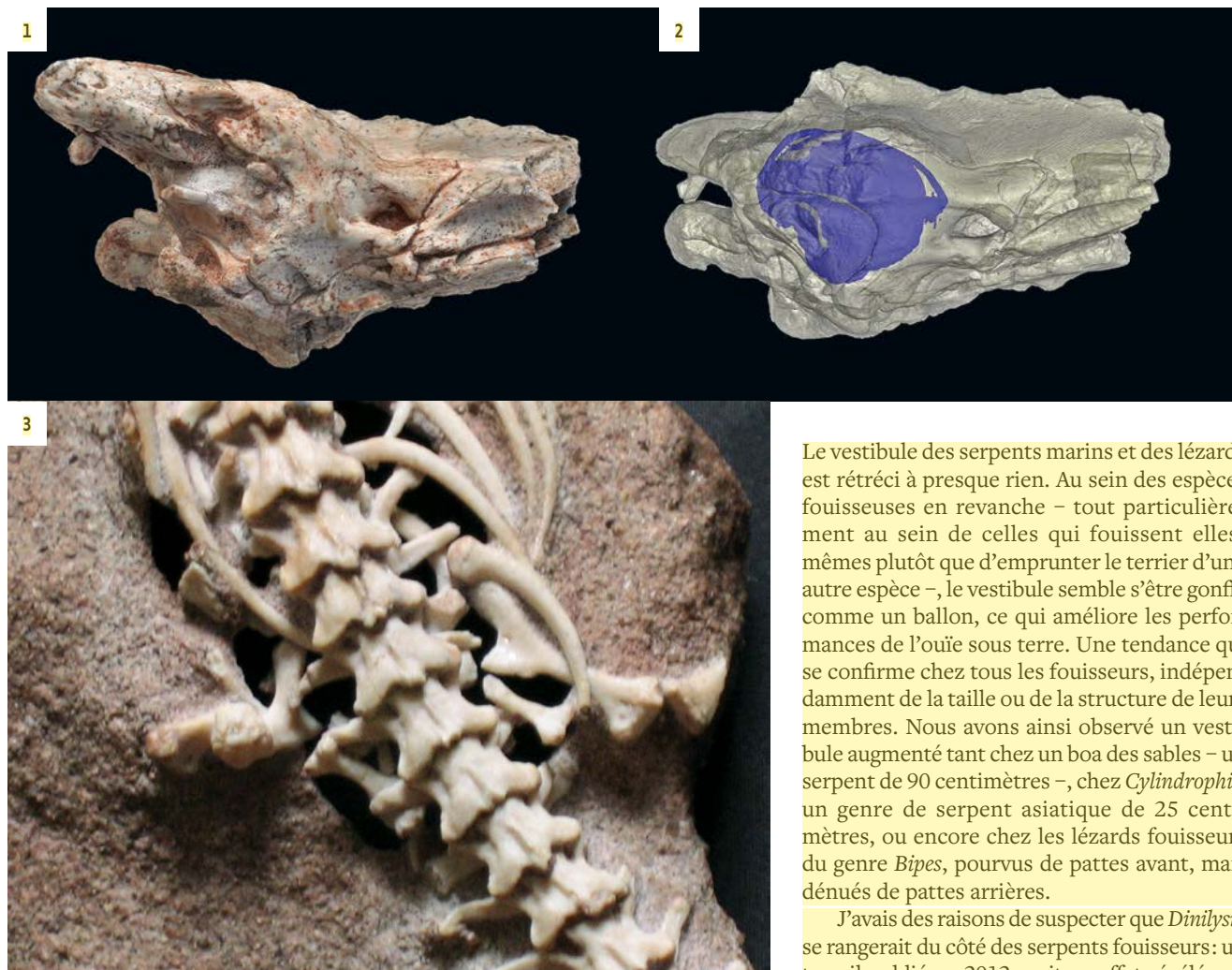
Le plus ancien serpent sans pattes connu était plus gros que les reptiles fouisseurs actuels

sont trop incomplets. La courte queue de *Najash*, ressemblant à celle des serpents creuseurs de terriers actuels, suggère qu'il creusait. *Dinilysia*, le plus ancien serpent sans pattes connu, était pour sa part bien plus gros que les reptiles fouisseurs modernes. Creusait-il quand même ? J'ai décidé de répondre à cette question.

UNE OREILLE INTERNE EN FORME DE BALLON

Le jour de Noël 2014, j'ai transporté dans l'avion de Buenos Aires à New York une boîte à chaussures pleine de crânes de *Dinilysia*. Les formalités administratives nécessaires avant cet emprunt nous avaient pris presque un an à mes collègues argentins et à moi-même... Mon but ? Réaliser au scanner des images en 3D de très haute résolution de l'oreille de ces serpents fossiles.

Pourquoi l'oreille ? En collaboration avec Mark Norell du Muséum d'histoire naturelle américain, j'avais en effet développé une méthode afin de distinguer les serpents



Ce crâne (1) est celui de *Dinilysia*, le serpent sans pattes le plus ancien connu. L'imagerie 3D par rayons X a révélé que le vestibule de son oreille interne était élargi (2). Ce trait de l'oreille interne caractérise les animaux fouisseurs. D'autres serpents ancestraux d'âge comparable, tel *Najash*, avaient encore pour leur part de petits membres postérieurs (3).

fouisseurs des serpents marins à partir de leur oreille. Nous voulions la tester sur *Dinilysia*.

À l'aide d'une technique d'imagerie par rayons X de pointe, nous avons déjà produit des images numériques 3D de haute définition de crânes de dizaines de lézards et de serpents modernes. Nous avons ensuite superposé ces images par ordinateur, afin d'obtenir des modèles virtuels tridimensionnels de l'oreille interne des espèces correspondantes. Nous nous sommes particulièrement concentrés sur le vestibule, c'est-à-dire sur la partie centrale du labyrinthe osseux, qui contient le liquide lymphatique et les otolithes, les concrétions minérales de l'oreille interne, qui aident à percevoir la gravité et le mouvement.

L'étude statistique de la forme des modèles virtuels a révélé des différences significatives entre les vestibules des spécialistes terrestres du fouissage, ceux des généralistes terrestres non fouisseurs et ceux des formes aquatiques.

Le vestibule des serpents marins et des lézards est rétréci à presque rien. Au sein des espèces fouisseuses en revanche – tout particulièrement au sein de celles qui fouissent elles-mêmes plutôt que d'emprunter le terrier d'une autre espèce –, le vestibule semble s'être gonflé comme un ballon, ce qui améliore les performances de l'ouïe sous terre. Une tendance qui se confirme chez tous les fouisseurs, indépendamment de la taille ou de la structure de leurs membres. Nous avons ainsi observé un vestibule augmenté tant chez un boa des sables – un serpent de 90 centimètres –, chez *Cylindrophis*, un genre de serpent asiatique de 25 centimètres, ou encore chez les lézards fouisseurs du genre *Bipes*, pourvus de pattes avant, mais dénués de pattes arrière.

J'avais des raisons de suspecter que *Dinilysia* se rangerait du côté des serpents fouisseurs : un travail publié en 2012 avait en effet révélé son grand vestibule par une image aux rayons X de son crâne. Mais personne ne savait à quoi il ressemblerait en trois dimensions. J'étais confiante : notre méthode réglerait la question du comportement locomoteur de ce serpent ancien.

Et c'est bien ce qui s'est passé : notre travail a révélé que le vestibule de *Dinilysia* est grand et qu'il a la même forme de ballon que ceux des serpents fouisseurs actuels. Il est en fait quasiment indistinguable de celui de *Xenopeltis*, un genre de serpent fouisseur d'Asie du Sud-Est qui se nourrit surtout de petits rongeurs et d'autres petits serpents. Notre méthode nous conduit à estimer avec une probabilité de 95% que *Dinilysia* était un serpent fouisseur. Selon nous, comme *Xenopeltis*, il chassait en surface et s'enterrait dans les sols mous pour s'abriter.

Quand on les place dans un arbre phylogénétique, ces découvertes mettent en lumière le rôle du changement d'habitat dans la transformation de certains lézards en serpents. *Dinilysia* n'a pas fait partie des premières lignées qui se sont séparées des lézards. En fait, ce genre est apparenté de près à l'ancêtre des serpents d'aujourd'hui. Il en est plus proche ➤