



Le squelette complet d'*Elpistostege watsoni* (en haut), découvert dans le parc national de Miguasha, au Québec, vieux de 375 millions d'années, est le premier fossile de poisson de la transition poisson osseux - tétrapode dont la nageoire pectorale est entièrement préservée (en bas). Dans ses nageoires, il présente des os de doigts similaires à ceux qui composent les doigts humains.

fragment est resté caché dans sa collection privée jusqu'à sa mort. Mais, en 1983, le frère de Parent a montré le museau au directeur du parc de Miguasha, Marius Arsenault, qui à son tour a fait appel à Hans-Peter Schultze, un spécialiste des poissons fossiles de l'université du Kansas, pour l'identifier. Hans-Peter Schultze a immédiatement compris son importance : les similitudes entre la disposition et la forme des os crâniens conservés dans ce fossile et le toit crânien de Westoll ont montré qu'ils appartenaient à la même espèce.

Avec ces informations supplémentaires sur l'anatomie de l'animal, les idées sur son identité ont commencé à changer. Les traits du nouveau museau suggéraient qu'*Elpistostege* n'était pas un amphibien, mais un poisson à nageoires charnues très perfectionné. Dans leur article de 1985 décrivant le museau, Hans-Peter Schultze et Marius Arsenault ont suggéré qu'il était étroitement apparenté à *Panderichthys*. Ils ont aussi abordé le cas d'un autre spécimen énigmatique, un fossile contenant une plaque d'écailles et quelques vertèbres que le biologiste responsable de l'interprétation à Miguasha, Marc Brassard, et l'un de nous (Richard Cloutier) avaient trouvés quelques années auparavant dans les mêmes falaises. Compte tenu des similitudes entre les textures de la surface des écailles de ce fossile et du museau, Hans-Peter Schultze et Marius Arsenault ont proposé qu'il s'agissait aussi d'un spécimen d'*Elpistostege*.

L'attribution de ce fossile au genre *Elpistostege* était importante. En plus d'être le seul matériel alors connu documentant d'autres parties que la tête de l'animal, il avait un autre atout : une provenance stratigraphique détaillée. En effet, si l'on ignorait de quelle couche rocheuse provenaient le toit crânien et le museau, Marc Brassard et Richard Cloutier avaient en revanche noté l'emplacement stratigraphique exact du fossile qu'ils avaient trouvé :

90 mètres au-dessus des couches inférieures d'une unité géologique particulière connue sous le nom de « formation d'Escuminac ».

Les années suivantes, Richard Cloutier et ses collaborateurs sont revenus plusieurs fois dans cette partie de la formation d'Escuminac pour y chercher d'autres restes d'*Elpistostege* – en vain. Les preuves géologiques et fossiles rassemblées leur ont quand même permis de préciser l'environnement de l'animal, un canal qui alimentait un estuaire. Une image d'*Elpistostege* a émergé, celle du plus grand poisson – et donc probablement du plus grand prédateur – d'eaux qu'il partageait avec une vingtaine d'autres espèces de poissons.

Finalement, ces données paléocéologiques ont pris une nouvelle dimension. Le 4 août 2010, en fin d'après-midi, alors qu'il était en patrouille à Miguasha, le garde et naturaliste du parc, Benoît Cantin, a trouvé sur la plage, au pied des falaises, un fragment inhabituel de queue de poisson fossilisée, incrusté dans les couches rocheuses inférieures de la formation d'Escuminac. Le lendemain matin, Benoît Cantin, accompagné de deux guides naturalistes, a mis au jour le reste de l'animal. C'est le plus grand fossile jamais découvert dans la formation d'Escuminac et sans doute le plus important : un squelette complet d'*Elpistostege* de 1,57 mètre de long.

VOIR À TRAVERS LA PIERRE

Quelques jours plus tard, on invitait Richard Cloutier à l'étudier. Comme la plus grande partie du squelette était encore enfouie dans la roche, la première étape a consisté à l'examiner plus précisément en utilisant la tomographie aux rayons X assistée par ordinateur. Richard Cloutier a recruté Isabelle Béchard, une de ses anciennes étudiantes, pour l'aider à analyser le spécimen à l'aide d'un tomodensitomètre non médical de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), au Québec. L'image obtenue a montré que le spécimen était complet – le moindre os avait été préservé. Toutefois, la résolution était insuffisante pour révéler la structure interne des os. C'est ainsi qu'*Elpistostege* a voyagé quelque 3900 kilomètres au sud, jusqu'au service de tomographie assistée par ordinateur de l'université du Texas à Austin, où chaque morceau de fossile a été scanné avec la plus grande précision disponible à l'époque.

Puis Richard Cloutier et ses collègues ont commencé le méticuleux travail de préparation du fossile en retirant peu à peu la roche environnante pour exposer les os. Ils ont effectué ce travail sur un modèle du fossile fondé sur les images de tomographie ainsi que sur le fossile lui-même. Après quelques mois, le corps et le crâne ont émergé de la roche, à la fois virtuellement et concrètement. L'ensemble du spécimen était incroyable, mais ses nageoires pectorales ➤

> ont suscité une excitation particulière, car personne n'avait jamais vu une nageoire pectorale complète d'elpistostégien auparavant. À l'intérieur des nageoires, on distinguait de nombreux éléments du squelette, entourés d'écailles et de rayons osseux. À première vue, la nageoire pectorale d'*Elpistostege* ressemblait beaucoup à celle de *Tiktaalik*. Toutefois, elle paraissait contenir des os supplémentaires. De quoi s'agissait-il?

Les années suivantes, Richard Cloutier et Isabelle Bécharde ont présenté des résultats préliminaires de leurs analyses à des collègues lors de congrès scientifiques. C'est après une telle présentation, en 2014 à la Société de paléontologie des vertébrés, à Berlin, que Richard Cloutier et l'un de nous (John Long) ont décidé de collaborer.

John Long travaillait depuis de nombreuses années sur des fossiles de poissons du Dévonien issus de la formation de Gogo, en Australie occidentale. Les squelettes de ces anciens poissons sont parfaitement conservés en trois dimensions, et les tissus mous de certains spécimens sont aussi particulièrement bien préservés. Pour étudier ces fossiles, situés à l'intérieur de nodules de calcaire, John Long et ses collègues

avaient l'habitude de dissoudre la roche en les plaçant dans des bains acides. Mais, plus récemment, ils se sont tournés vers la tomographie et l'imagerie à l'aide du rayonnement synchrotron assistées par des logiciels perfectionnés. Ces techniques leur permettent d'élucider la structure anatomique fine des fossiles avant qu'ils ne soient plongés dans des bains d'acide et ainsi de garder une empreinte des tissus mous préservés avant leur destruction par l'acide. Par sa conservation remarquable, le nouveau spécimen d'*Elpistostege* semblait un candidat idéal pour cette nouvelle approche.

En 2014, John Long s'est rendu au laboratoire de Richard Cloutier au Québec et a commencé à travailler avec son équipe sur la meilleure façon de traiter les données d'imagerie de ce poisson. Après plusieurs essais avec différents types de données et de logiciels, nous avons finalement trouvé une combinaison gagnante qui nous permettrait d'isoler et d'étudier numériquement chaque os. Alice Clement, de l'université Flinders, en Australie, ainsi que Roxanne Noël et Vincent Roy, alors étudiants en master sous la direction de Richard Cloutier, ont poursuivi ce travail.

DES NAGEOIRES AUX PATTES

Pendant des décennies, les scientifiques ont cru que les mains étaient des adaptations à la vie terrestre apparues chez les tétrapodes, car les plus anciens os de main connus provenaient de tétrapodes anciens comme *Tulerpeton*, et non de poissons ressemblant à des tétrapodes comme *Tiktaalik*. Dans la nageoire du poisson fossilisé *Elpistostege*, des os représentent au moins deux, voire cinq doigts. Ces os sont homologues de ceux que l'on trouve dans les mains des tétrapodes actuels, dont font partie les humains. Cette découverte montre que les doigts ont commencé à apparaître chez des poissons aquatiques avant d'être sélectionnés chez les tétrapodes du fait des avantages qu'ils conféraient à terre.

