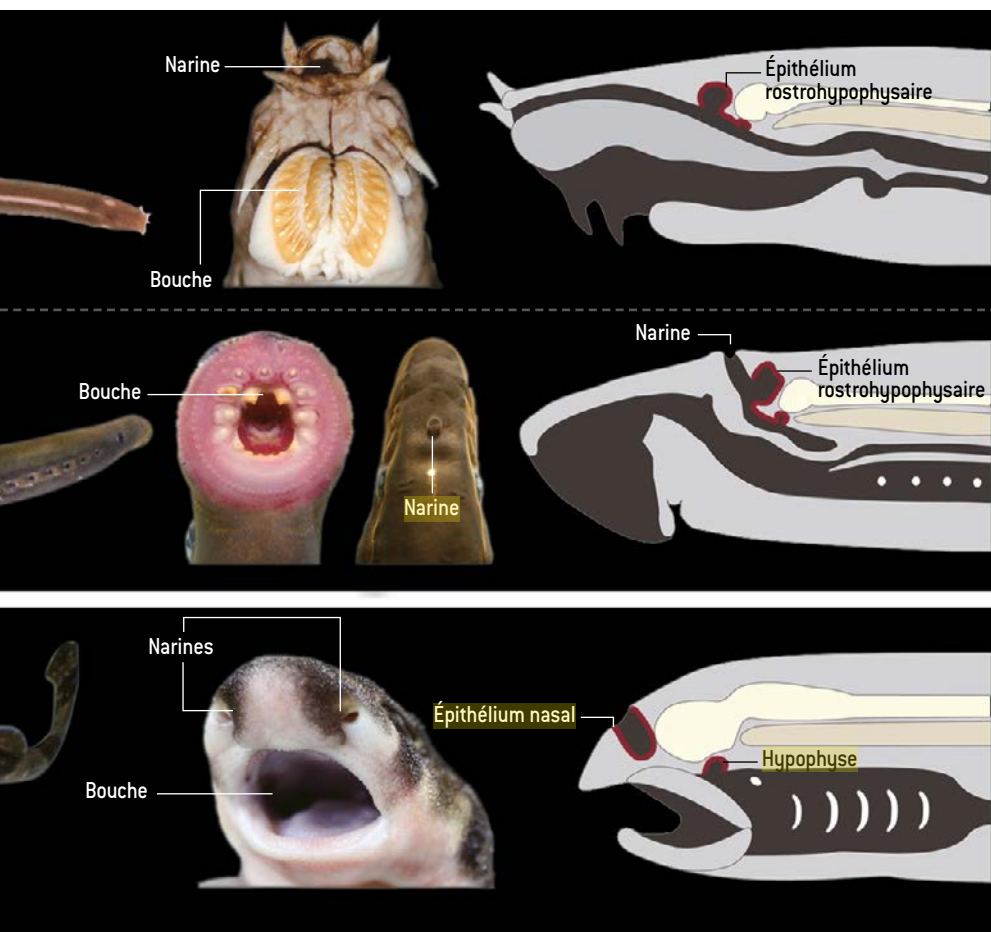




CYCLOSTOMES ET GNATHOSTOMES,

c'est-à-dire les vertébrés sans mâchoires et les vertébrés avec mâchoires, constituent deux groupes distincts. Les cyclostomes comprennent les myxines (ici *Eptatretus burgeri*) et les lamproies (ici *Lethenteron japonicum*). L'anatomie de leur tête est précisée par des schémas en coupe (à droite). Ces animaux vertébrés sont caractérisés par leur narine unique et leur bouche dépourvue de mâchoires. Dans le cas des myxines, la narine unique débouche en avant du museau. Dans le cas des lamproies, elle s'ouvre un peu au-delà des deux yeux (voir la tête de lamproie vue de dessus). Les gnathostomes (ici le requin *Scyliorhinus torazame*, ou roussette nuageuse) ont une bouche dotée d'une mâchoire surmontée de deux narines débouchant en avant des yeux.

Il s'agit là d'un enjeu scientifique important, car le Dévonien, dont datent les gisements du Haut-Arctique canadien, est l'époque géologique à laquelle les poissons cuirassés se sont diversifiés. Recouverts de plaques osseuses, ces « poissons », que l'on nomme placodermes, valent pour cette raison au Dévonien son surnom d'« âge des Poissons ». Or c'est au sein du groupe florissant des placodermes qu'il faut rechercher les origines des vertébrés à mâchoires et les étapes de la formation de leur face.

Les placodermes, poissons d'eau douce ?

On a longtemps considéré les placodermes comme des poissons d'eau douce, mais les environnements clairement marins découverts par Thorsteinsson sur l'île du Prince-de-Galles démentent cette impression : leur assemblage fossile contient toute une série d'invertébrés indiscutablement marins, tels des coraux et autres brachiopodes ; leurs coquilles, autrefois en aragonite ou

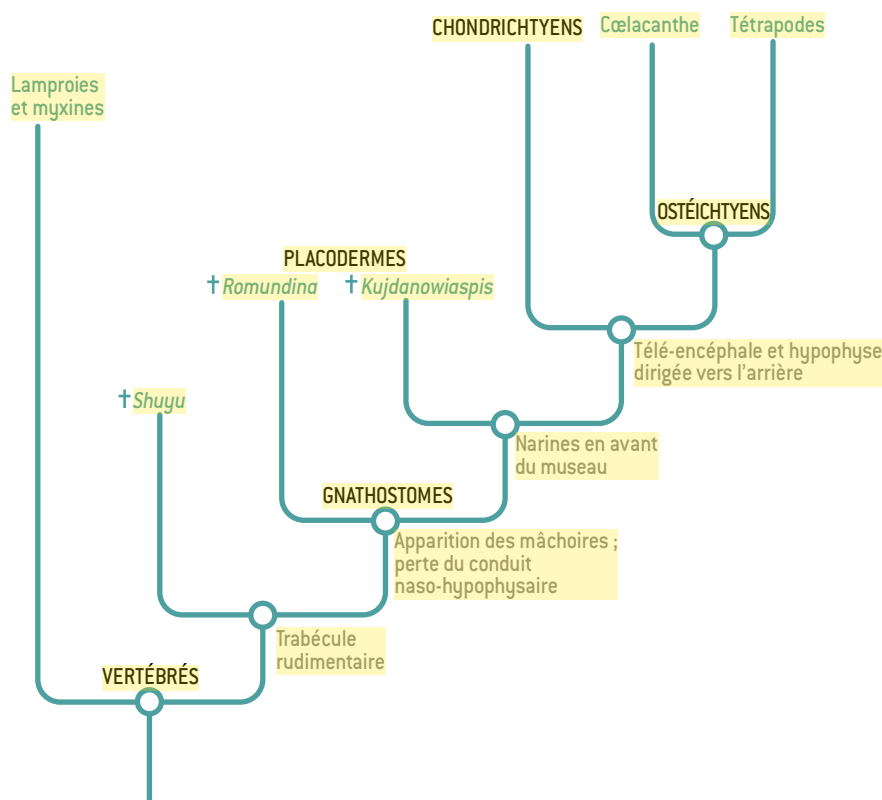
calcite (deux biocarbonates), ont toutes été transformées en silice par la fossilisation.

C'est dans ce contexte que Daniel Goujet récolta un jour un spécimen de *Romundina*. Connue par plusieurs fossiles, cette espèce fut décrite en 1975 par le paléontologue suédois Tor Ørvig, qui la nomma *Romundina* en hommage à Raymond Thorsteinsson, le découvreur du gisement. La translittération islandaise de Raymond n'est en effet autre que... Romund. *Romundina* devint ainsi une invitation au voyage dans l'Arctique canadien et en Scandinavie. C'est en quelque sorte ce qui m'est arrivé...

De retour au musée, Daniel Goujet se servit d'une solution d'acide faible pour débarrasser son spécimen de *Romundina* du plus gros de sa gangue calcaire sans l'endommager. Puis, au cours des années suivantes, le fossile a été l'objet de plusieurs études portant sur l'insertion des muscles oculomoteurs (ceux qui servent à mouvoir les yeux), ou encore sur la phylogénie (le système de parenté) des placodermes. L'importance de *Romundina* ne se révélera qu'après 2007, quand le

L'ESSENTIEL

- Les animaux vertébrés se divisent en deux groupes : les vertébrés à mâchoires et ceux sans mâchoires, telles les lamproies.
- Les premiers, les gnathostomes, sont beaucoup plus représentés aujourd'hui que les seconds, les cyclostomes.
- *Romundina*, un organisme fossile pisciforme cuirassé découvert dans le Haut-Arctique canadien, est une forme intermédiaire.
- Doté de mâchoires, il a des traits de cyclostome, ce qui indique que les gnathostomes sont issus des cyclostomes.



CET ARBRE OU « CLADOGRAMME » indique les relations de parenté entre les différents types de vertébrés actuels (*branches longues*) et fossiles (*branches courtes*). L'acquisition progressive des caractères cranio-faciaux des vertébrés à mâchoires (gnathostomes) est précisée aux points de ramification. Des fossiles tels que *Romundina* illustrent certaines des étapes intermédiaires.

fossile fut confié à Sophie Sanchez de l'université d'Uppsala et à Paul Tafforeau de l'ESRF (*European Synchrotron Radiation Facility*, le synchrotron européen situé à Grenoble), afin que ces chercheurs en sondent l'intérieur à l'aide des rayons X très intenses du synchrotron. Même si le crâne de *Romundina* est de très petite taille – moins de deux centimètres de long (voir la photographie page 67) –, le scanogramme réalisé par les chercheurs livra un grand nombre de données numériques décrivant ses structures.

Cette technique se répand de plus en plus en paléontologie. Elle a l'avantage de laisser le fossile intact, alors qu'il y a cinquante ans, l'étude des structures internes du fossile aurait obligé à le découper en tranches, tel un jambon... Aujourd'hui, la même procédure est possible, mais elle n'est que virtuelle, tout en étant très précise.

En 2009, Per Ahlberg de l'université d'Uppsala me proposa de me servir des

**Passer un fossile
au scanner à rayons X : une
technique de plus en plus
répandue en paléontologie.**

données obtenues à l'ESRF en scannant *Romundina* pour acquérir une expérience de l'usage du logiciel 3D Mimics. Développé par la société belge Materialise, ce logiciel sert à construire le modèle numérique d'un organisme, fossile ou non. Guidé par les choix d'un spécialiste – médecin, paléontologue, etc. –, il permet de reconstituer et visualiser les structures anatomiques à partir des données fournies par le scanogramme.

Or, plus nous avançons dans l'étude de *Romundina*, plus nous étions passionnés, tant de nombreuses associations de caractères inédites apparaissaient ! Mes collègues de l'université d'Uppsala et moi étions en train de préparer un long article de description anatomique et de comparaison de *Romundina* avec d'autres vertébrés primordiaux, quand, en 2012, des chercheurs japonais publièrent dans la revue *Nature* des résultats qui bouleversèrent nos plans.

Lamproies et myxines : les cyclostomes

Avec leurs collaborateurs, Yasuhiro Oisi et Shigeru Kuratani, du centre RIKEN pour la biologie du développement à Kobe, avaient étudié pendant de nombreuses années le développement du crâne des cyclostomes.

Comme nous l'avons déjà évoqué, les cyclostomes sont les vertébrés dépourvus de mâchoires, à distinguer des gnathostomes. Les cyclostomes incluent notamment les lamproies (38 espèces) et les myxines (22 espèces) (voir la figure pages 62 et 63). Le mot cyclostome est composé des mots grecs *cyclos* (cercle) et *stoma* (bouche), de sorte qu'on pourrait le traduire par « bouche ronde » ou « bouche en ventouse ».

Pour sa part, le terme gnathostome est composé non seulement du mot *stoma*, mais aussi de *gnathos* signifiant « mâchoire ».

Les requins, mais aussi les grenouilles, les serpents, les ours, les humains, etc. sont des gnathostomes.

Outre la présence ou non de mâchoires, ces deux groupes se démarquent par des faces très différentes. Leurs apparences reflètent des organisations différentes des organes internes du crâne, lesquelles résultent de processus embryonnaires distincts. Ainsi, les lamproies ont une