

Deciphering early stages of VERTebrate evolution: insights from long IGnored Belgian Devonian fossil Organisms

Contexte

L'histoire évolutive des vertébrés a commencé, au plus tard, au début du Cambrien (vers 520 millions d'années) avec l'apparition d'organismes à corps mou allongés et aplatis latéralement, appelés chordés, possédant une notocorde (le précurseur de la colonne vertébrale) mais dépourvus de colonne vertébrale et de mâchoire. Les vertébrés ont ensuite subi des changements anatomiques majeurs, tels que l'acquisition d'une colonne vertébrale, le développement d'un crâne, la formation de mâchoires et l'adaptation à la vie terrestre. Les fossiles des premiers chordés et des premiers vertébrés constituent notre seule information directe sur l'origine des vertébrés et sur la manière dont leur plan corporel a évolué. Malheureusement, les fossiles des premiers chordés et d'une partie des premiers vertébrés sont extrêmement rares, car ces organismes sont principalement constitués de parties molles sujettes à la décomposition (par exemple les muscles) qui sont généralement dégradées et perdues avant la fossilisation, ce qui rend l'interprétation de leur anatomie extrêmement difficile. Par conséquent, les affinités des fossiles à corps mou de prétendus chordés, tels que *Metaspriggina* ou *Pikaia*, restent très discutées. Bien que les premiers stades de l'évolution des vertébrés soient régulièrement clarifiés par de nouvelles découvertes de fossiles, d'importantes lacunes subsistent dans notre compréhension des modalités et de la chronologie de l'acquisition des caractères.

Objectifs

Le projet VERTIGO avait pour objectif de se focaliser sur l'étude de nouvelles découvertes de chordés et de possibles vertébrés primitifs (euphanéropides) provenant de la succession silicoclastique du Dévonien inférieur de la partie la plus méridionale de la Belgique, dans le Synclinorium de Neufchâteau. Comme il est crucial d'obtenir le plus de détails anatomiques possible de ces spécimens rares et uniques, pour les analyses systématiques, phylogénétiques et évolutives, nous avons utilisé des techniques d'imagerie et de spectroscopie de pointe, ceci afin d'avoir de nouvelles sources de contrastes morphologiques et afin d'obtenir une résolution spatiale élevée de la (bio)chimie des spécimens. Dans ce projet, nous nous sommes servis de l'imagerie multispectrale UV-visible-proche IR et de la cartographie élémentaire par fluorescence des rayons X synchrotron (μ XRF). En plus de ces deux techniques, nous avons également utilisé le scan surfacique, les radiographies rayons X et le CT-scan pour étudier l'anatomie des fossiles tandis que la microscopie électronique à balayage couplée à la spectroscopie à dispersion d'énergie (EDS) et la microspectroscopie Raman ont permis d'étudier précisément la composition élémentaire et minéralogique des fossiles et des sédiments.

Parmi les autres objectifs importants du projet VERTIGO figuraient (i) la découverte de davantage de spécimens intéressants en prospectant les collections publiques et privées de Belgique, en organisant de nouvelles fouilles dans les localités historiques belges, ainsi qu'en prospectant de nouvelles localités du même âge, (ii) l'identification de la faune associée à partir des collections historiques et du matériel nouvellement collecté et l'étude de la diversité des organismes qui vivaient en Belgique durant le Dévonien inférieur, (iii) la compréhension de la taphonomie – c'est-à-dire le(s) mode(s) de préservation – et l'identification des biais de conservation potentiels qui auraient pu affecter l'interprétation des fossiles, et (iv) la mise en valeur de l'importance historique et géologique de l'exploitation ardoisière en Belgique.

Conclusions

Grâce notamment à la cartographie élémentaire par fluorescence μ XRF et à l'imagerie multispectrale UV-visible-proche IR, le matériel en provenance de Warmifontaine (Dévonien inférieur) a été catégoriquement attribué aux chordés, confirmant ainsi son identification préliminaire. Son étude est toujours en cours, mais nous espérons publier les résultats prochainement. En revanche, le spécimen du Dévonien inférieur de La Roche-en-Ardenne, qui avait été préalablement rattaché aux euphanéropides, s'apparente plutôt aux arthropodes.

En visitant de nombreuses collections paléontologiques en Belgique, d'importantes découvertes ont été réalisées, notamment 1) la mise en évidence de la première occurrence d'un requin dans le Dévonien supérieur de la province de Liège, 2) l'inventaire des nombreuses capsules d'œufs de chondrichthyens reconnues au sein du Carbonifère belge, et 3) la réfutation de la première occurrence d'oviparité dans le registre fossile des chondrichthyens.

Via d'importantes fouilles organisées à Warmifontaine en 2021 et 2022 dans le cadre du projet VERTIGO, des centaines de fossiles supplémentaires ont été découverts, notamment des céphalochordés et divers taxons d'invertébrés, principalement des céphalopodes et des arthropodes, mais aussi de nombreux spécimens énigmatiques. Parmi ces derniers, figurent des vers selkirkides dont les fossiles de Warmifontaine représentent l'une des occurrences les plus récentes dans le registre fossile du groupe et constituent donc un témoignage remarquable de leur succès écologique et évolutif, persistant bien au-delà du Cambrien. Des fossiles attribués à deux classes d'échinodermes ont également été trouvés et sont mentionnés pour la première fois dans le Dévonien inférieur de Belgique. Une nouvelle méthodologie a été établie pour aider à identifier des spécimens autrement difficiles à classer. Elle utilise la composition élémentaire des fossiles comme complément à l'anatomie et permet de regrouper les fossiles par groupe taxonomique. En ce qui concerne la taphonomie du site de Warmifontaine, les données montrent que le matériel est préservé sous la forme de fossiles compressés pyritisés et carbonés, la matière organique en décomposition ayant participé à la composition en éléments traces des cristaux de pyrite. La préservation observée à Warmifontaine s'apparente donc à celle des fossiles des gisements allemands contemporains d'Hunsrück.

La localité belge de Warmifontaine constitue un nouveau *Konservat-Lagerstätte* du Dévonien inférieur, avec la préservation d'organismes biominéralisés et non biominéralisés. L'identification future des taxons problématiques devrait permettre d'en savoir plus sur la biodiversité de ce nouveau site fossilifère exceptionnel.

Mots-clés

Belgique, Dévonien, chordés basaux, fossiles à corps mous, cartographie élémentaire
Synchrotron μ XRF