

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

Context

De evolutionaire geschiedenis van de gewervelden begon tijdens het vroege Cambrium (ca. 520 miljoen jaar geleden), en wellicht nog vroeger, met het eerste voorkomen van de zogenoemde 'chordaten': langgerekte en zijdelings afgeplatte organismen met een week lichaam die al een voorloper van de wervelkolom hadden, een notochorda, maar nog geen ruggengraat en kaak. Vervolgens ondergingen de gewervelden grote anatomische veranderingen, zoals de ontwikkeling van een wervelkolom, een schedel, kaken en aanpassingen aan het leven op land. Fossielen van vroege chordaten en vroege gewervelden zijn onze enige directe bron van informatie over de oorsprong van gewervelde dieren en over hoe hun kenmerkende bouwplan zich heeft ontwikkeld. Helaas is het fossielenbestand van vroege chordaten en een deel van de vroege gewervelden uiterst schaars, omdat deze organismen grotendeels bestaan uit zachte delen (zoals spieren) die makkelijk vergaan en meestal verloren gaan vóór het fossiliseren. Dat maakt het interpreteren van hun anatomie moeilijk. En daardoor blijft de verwantschap van fossielen van vermoedelijke chordaten, zoals *Metaspriggina* of *Pikaia*, erg omstreden. Hoewel nieuwe vondsten de vroege stadia van de evolutie van gewervelden geregeld kunnen ophelderen, blijven er ernstige hiaten bestaan in ons begrip van hoe en wanneer de adaptaties plaatvonden.

Doelstellingen

Het VERTIGO-project was gericht op de studie van nieuwe vondsten van vermeende vroege chordaten en vroege gewervelden (euphaneropiden) uit de vroeg-Devonische siliciclastische successie van het zuidelijkste deel van België, in het Synclinorium van Neufchâteau. Het was van cruciaal belang om zoveel mogelijk anatomische details van deze unieke specimina te verzamelen voor systematische, fylogenetische en evolutionaire doeleinden. Hiervoor gebruikten we geavanceerde beeldvormings- en spectroscopietechnieken om op een andere manier morfologische contrasten te vinden en om de (bio)chemie van de fossielen te ontrafelen aan een hoge ruimtelijke resolutie: band-pass emissie macroscopie en synchrotron-gebaseerde micro röntgenfluorescentie (μ XRF) elementaire kartering. Behalve deze twee technieken gebruikten we ook oppervlaktescanning, röntgenradiografie en CT-scanning om de anatomie van de fossielen verder te onderzoeken, en rasterlektronenmicroscopie gekoppeld aan energiedispersieve röntgenspectroscopie (EDS) en Raman-microspectroscopie om de elementaire en mineralogische samenstelling van de fossielen en het sediment te bestuderen.

Andere belangrijke doelstellingen van het VERTIGO-project waren (i) meer van deze interessante specimina te vinden door openbare en privécollecties in België te verkennen en door nieuwe opgravingen te organiseren in Belgische historische locaties en door te zoeken naar nieuwe nevenlocaties, (ii) de rest van de niet-bio- en gebiominaliseerde fossiele fauna identificeren uit de historische collecties en nieuw verzameld materiaal, en de diversiteit te bestuderen van de

organismen die in België leefden tijdens het vroege Devoon, (iii) de tafonomie begrijpen - d. w. z. de natuurlijke veranderingen die een organisme ondergaat vanaf het moment dat het niet meer leeft tot het moment dat het wordt aangetroffen als fossiel - en mogelijke vertekeningen in de bewaring identificeren die hun interpretatie zouden kunnen beïnvloeden, en (iv) het historische en geologische belang van de leisteenmijnbouw in België belichten.

Conclusies

Met name dankzij μ XRF-fluorescentie elementaire kartering en band-pass emissie macroscopie is de toewijzing van het vermoedelijke chordaatmateriaal uit het Onder-Devoon van Warmifontaine bevestigd. De studie van dit materiaal is nog gaande, maar we hopen de resultaten binnenkort te kunnen publiceren. Daarentegen is het veronderstelde materiaal van euphaneropiden uit het Onder-Devoon van La Roche weerlegd: de fossielen bleken veeleer delen van een geleedpotige.

Door talrijke paleontologische collecties in België te bezoeken, werden belangrijke ontdekkingen gedaan: 1) het eerste voorkomen van een haai in het Boven-Devoon van de provincie Luik, België, werd belicht, 2) talrijke eiercapsules van kraakbeenvissen (Chondrichthyes) uit het Carboon van België werden geïnterpreteerd, en 3) het eerste voorkomen van oviparie (het leggen van eieren) in het fossielenbestand van chondrichthyes werd weerlegd.

Dankzij de uitgebreide opgravingen in Warmifontaine in 2021 en 2022 in het kader van het VERTIGO-project, werden honderden extra fossielen ontdekt. Het gaat om cephalochordata en verschillende ongewervelde taxa, voornamelijk koppotigen en geleedpotigen, maar ook veel raadselachtige exemplaren. Onder meer fossielen van een *selkirkid worm*: een van de laatste exemplaren in het fossielenbestand van die groep, en dus opmerkelijk bewijs van hun aanhoudende ecologische en evolutionaire succes tot ver na het Cambrium. En we vonden ook fossielen die worden toegeschreven aan twee klassen van stekelhuidigen die voor het eerst worden gerapporteerd in het Onder-Devoon van België. Er werd een nieuwe methodologie ontwikkeld waarbij de fossiele elementaire samenstelling wordt gebruikt als aanvulling op de anatomische analyse om specimina te identificeren die anders moeilijk te classificeren zijn. Wat de tafonomie van de Warmifontaine-vindplaats betreft, tonen de gegevens aan dat de fossielen bewaard zijn gebleven als gepyritiseerde en koolstofhoudende compressiefossielen, waarbij rottend organisch materiaal heeft bijgedragen aan de sporenelementensamenstelling van de pyrietkristallen. De bewaring van de Warmifontaine-fossielen lijkt daarom sterk op die van de Hunsrück-fossielen in Duitsland, uit dezelfde periode.

De Belgische vindplaats van Warmifontaine vormt een nieuwe Onder-Devoon *Konservat-Lagerstätte*, met de preservatie van zowel gebiominaliseerde als niet-gebiominaliseerde organismen. De toekomstige identificatie van problematische taxa moet meer licht werpen op de biodiversiteit op deze nieuwe vindplaats.

Trefwoorden

België, Devoon, vroege chordaten, week lichaam, fossielen, Synchrotron μ XRF elementaire kartering