

# NETWERK PROJECT 'COLD CASE: HEROPENING VAN DE BERNISSART IGUANODON CRIME SCENE

## Samenvatting van het eindrapport

### Context:

Van 1878 tot 1881, werden een uitzonderlijke reeks (37-38 specimens) van zo goed als complete en samenhangende skeletten van iguanodontide dinosauriërs opgegraven uit een zelfde vindplaats met afzettingen uit het Krijt nabij Bernissart, België. Voor het eerste in de geschiedenis werd de anatomie van een dinosaurius onthuld aan de wetenschap, wat een aantal enorme vooruitgangen tot gevolg had in onze kennis van de biologie van deze fantastische dieren. De Bernissart Iguanodons vormen een unieke fossiele assemblage met een wereldwijde reputatie die integraal deel uitmaakt van het Belgische culturele en wetenschappelijke erfgoed. Desondanks blijven de oorzaken van grote hoeveelheid volledig samenhangende iguanodonskeletten en andere gewervelden in de Iguanodon Sinkhole nog steeds onduidelijk. De meeste hypothesen stellen de ingezakte karstformaties (sinkhole) uit dewelke de fossielen werden opgegraven voor als eenvoudig opvangbekken voor de karkassen.

### Doelen:

Het doel van het Coldcase project is om de processen te vatten die tot deze unieke accumulatie van dinosauriusbeenderen leidden 125 miljoen jaar geleden, en om een geïntegreerd model van de vorming van de iguanodon rijke afzettingen van Bernissart voor te stellen. Een reeks tafonomische elementen ('indices') uit verschillende bronnen (fossielen, iconografische documenten, data uit grondboringen met kern), werden onderzocht om de ondergang van de dieren nabij Bernissart te reconstrueren:

- **Analyse van de 'crime scene'**, met inbegrip van de verdeling van de skeletten in de 'sinkhole' en een analyse van de paleo-omgeving van Bernissart.
- **De forensische analyse van de slachtoffers**, met een betere kennis van de Iguanodontia groep, een vaststelling van de intraspecifieke variabiliteit, hun leeftijdsprofiel en gezondheid van de Bernissart Iguanodon populatie en een betere inachtnaam van de collaterale slachtoffers.
- **Cross-check van getuigenverklaringen**, om veranderingen in het lacustriene paleomilieu, input van klastisch materiaal door periodieke korte overstromingen, aanwezigheid van roet, redox condities, etc. te detecteren die verband kunnen houden met een van de sterfte scenario's van de Bernissart paleo-fauna. Met dit objectief streven we ook na om een aantal aspecten van het paleomilieu te verduidelijken, specifiek de relatie tussen de vorming van het Bernissart 'paleo-meer', de accumulatie van Iguanodon en andere skeletten en de 'sink-hole' in de ondergrond.

## Methodologie:

Met het Coldcase project planden we non-invasieve hoogstaande technologieën te gebruiken om een geïntegreerd ontstaansmodel te produceren van de *Iguanodon* afzettingen van wereldklasse te Bernissart:

- **Computer gestuurde 3D kartering** van de opgravingsplannen en tekeningen van 1878-1881 om elk individueel skelet in zijn precieze omgeving en stratigrafische setting te plaatsen. Dit helpt ons inzien of de concentratie aan skeletten het resultaat is van cyclische crisis gebeurtenissen, zoals door eerdere studies geponeerd, of van graduele accumulatieprocessen.
- **Core logger** op grote schaal en **microXRF** op hoge resolutie voor sleutelintervallen in de kern die uit de Bernissart Wealden afzettingen werd geboord, ter documentatie van belangrijke veranderingen in het paleo-milieu via sedimentologie en evolutie van het type en de concentratie van organisch materiaal.
- **Paleohistologische, moleculaire paleontologie, en biogeochemische studies** van de Bernissart *Iguanodon* botten en tanden zijn belangrijk ter reconstructie van hun leeftijdsprofielen, aanpassingen aan dieet, en interacties met hun omgeving.

## Belangrijkste resultaten:

- Het zinkgat (sinkhole) te Bernissart is niet cirkelvormig, en heeft eerder de vorm van een knoopsgat met een duidelijke verwijding naar de oppervlakte toe. Intense vervorming van de geologische strata kilometers rondom het zinkgat tonen dat de hele regio onderhevig was aan intense instortingen. Het ontstaan van open breuken en barsten heeft mogelijk een communicatie tussen het oppervlak en diepe geothermische sulfaatrijke reservoirs mogelijk gemaakt.
- De paleoflora te Bernissart kan onderverdeeld worden in vier assemblages: algae in de waterkolom van het meer; een vegetatie bestaande uit *Weichselia* en *Phlebopteris* dicht bij de rand van het meer; *Hausmannia*, *Onychiopsis* en andere varens verder weg van de rand; en Matoniaceae indet., coniferen en aff. *Taeniopteris* op grotere afstand van de afzettingen omgeving. In het algemeen kan gezegd worden dat de assemblage van planten te Bernissart bestond uit een open vegetatie die waarschijnlijk deel uitmaakte van een vroege successieve fase na één van de veel voorkomende bosbranden.
- Onze studie bevestigt het voorkomen van twee verschillende taxa in de *Iguanodon* assemblage: *Iguanodon bernissartensis*, vertegenwoordigd door minstens 33 individuen, en *Mantellisaurus atherfieldensis*, vertegenwoordigd door twee tot drie individuen. Onze fylogenetische analyse toont dat deze soorten zustertaxa zijn, die de familie Iguanodontidae vormen aan de basis van de clade Iguanodontidea.
- Individuele variatie in het postcraniale skelet van *Iguanodon bernissartensis* is omvangrijker dan voorheen gedacht. Er werd geen direct bewijs van seksueel

dimorfisme gevonden in de botten van *I. bernissartensis*, hoewel sommige kenmerken toch een bimodale verdeling hebben.

- Paleohistologische analyses toonden de aanwezigheid van volwassen botweefsels in alle *Iguanodon* individuen uit Bernissart, hoewel de meesten onder hen nog steeds actief aan het groeien waren op moment van overlijden. Zowel *Iguanodon bernissartensis* als *Mantellisaurus atherfieldensis* groeiden snel, waarbij ze waarschijnlijk volgroeid waren binnen een decennium. Een duidelijk verschil in groeitraject en volwassen grootte tussen *I. bernissartensis* en *M. atherfieldensis*, rechtvaardigt hun taxonomische distinctie. Er werden geen jonge individuen gevonden te Bernissart. Dit betekent dat ze in de bloei van hun leven stierven, een scenario dat niet compatibel is met een langzame accumulatie van skeletten.
- De meeste iguanodons te Bernissart waren in goede fysieke conditie toen ze stierven. Het totale aantal pathologieën in de populatie is veel lager dan in andere populaties van ornithopoden tot dusver onderzocht.
- De opvallend lage biodiversiteit van de vele voorkomende vissen (Actinopterygia) die te Bernissart werden gevonden, bevestigt de lacustriene paleo-omgeving van het 'Meer van Bernissart'.
- Tijdens het Vroeg Krijt onstond door de groeiprocessen van het Iguanodon zinkgat, eerste een opvulbekken met steile wanden, dat gradueel in een breder meer evolueerde door afglijden en uitbreiden van de oevers van het meer. De vorming van de afzettingen te Bernissart zou dus veel korter kunnen zijn dan voorheen gedacht. Een analogie naar afmetingen, inclusief de diepte van de onderliggende instortingen die de verzakkingen veroorzaakten bestaat vandaag in Louisiana (Bayou Corne sinkhole), en het duurde minder dan tien jaar om dit afzettingsbekken te vormen.

### **Algemene conclusies:**

**Onze studie in het kader van het Coldcase Project** toont dat de processen achter de vorming van het zinkgat actief bijdroegen in het vangen van de iguanodon kuddes en andere taxa. De onderste helft van de kleiformatie, die fossielen bevat, toont een textuur die meer verstoord is dan de bovenste helft, die geen fossielen bevat. Samen met onze andere gegevens is dit bewijs dat de Sint-Barbara Fm. een afzettingssequentie weergeeft die evolueerde van proximale 'debris flows' naar distale 'turbidieten'. Sediment input in het Meer van Bernissart kwam dus van de randen van het zinkgat, die voortdurend afbrokkelden en weggleden. De fossielhoudende lagen komen dan overeen met de maximale uitdieping van het zinkgat, wanneer het risico op afbreken van de meeroevers het grootst was. De iguanodons zouden dus het wegglijden van de meeroevers veroorzaakt kunnen hebben door hun gewicht, wat eveneens de monospecificiteit verklaart van deze assemblage van grote gewervelden. Dit scenario verklaart tevens het mechanisme voor het vrijkomen van grote hoeveelheden H<sub>2</sub>S die oorspronkelijk op de bodem

van het meer opgeslagen lagen, waardoor meerdere *Iguanodon* individuen stierven door verdrinking, alsook de aquatische fauna niet ongeroerd bleef.

**Keywords:** Bernissart Iguanodons, dinosauriers, Onder Krijt, tafonomie, massa-sterfte.